



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Over dit boek

Dit is een digitale kopie van een boek dat al generaties lang op bibliotheekplanken heeft gestaan, maar nu zorgvuldig is gescand door Google. Dat doen we omdat we alle boeken ter wereld online beschikbaar willen maken.

Dit boek is zo oud dat het auteursrecht erop is verlopen, zodat het boek nu deel uitmaakt van het publieke domein. Een boek dat tot het publieke domein behoort, is een boek dat nooit onder het auteursrecht is gevallen, of waarvan de wettelijke auteursrechttermijn is verlopen. Het kan per land verschillen of een boek tot het publieke domein behoort. Boeken in het publieke domein zijn een stem uit het verleden. Ze vormen een bron van geschiedenis, cultuur en kennis die anders moeilijk te verkrijgen zou zijn.

Aantekeningen, opmerkingen en andere kanttekeningen die in het origineel stonden, worden weergegeven in dit bestand, als herinnering aan de lange reis die het boek heeft gemaakt van uitgever naar bibliotheek, en uiteindelijk naar u.

Richtlijnen voor gebruik

Google werkt samen met bibliotheken om materiaal uit het publieke domein te digitaliseren, zodat het voor iedereen beschikbaar wordt. Boeken uit het publieke domein behoren toe aan het publiek; wij bewaren ze alleen. Dit is echter een kostbaar proces. Om deze dienst te kunnen blijven leveren, hebben we maatregelen genomen om misbruik door commerciële partijen te voorkomen, zoals het plaatsen van technische beperkingen op automatisch zoeken.

Verder vragen we u het volgende:

- + *Gebruik de bestanden alleen voor niet-commerciële doeleinden* We hebben Zoeken naar boeken met Google ontworpen voor gebruik door individuen. We vragen u deze bestanden alleen te gebruiken voor persoonlijke en niet-commerciële doeleinden.
- + *Voer geen geautomatiseerde zoekopdrachten uit* Stuur geen geautomatiseerde zoekopdrachten naar het systeem van Google. Als u onderzoek doet naar computervertalingen, optische tekenherkenning of andere wetenschapsgebieden waarbij u toegang nodig heeft tot grote hoeveelheden tekst, kunt u contact met ons opnemen. We raden u aan hiervoor materiaal uit het publieke domein te gebruiken, en kunnen u misschien hiermee van dienst zijn.
- + *Laat de eigendomsverklaring staan* Het “watermerk” van Google dat u onder aan elk bestand ziet, dient om mensen informatie over het project te geven, en ze te helpen extra materiaal te vinden met Zoeken naar boeken met Google. Verwijder dit watermerk niet.
- + *Houd u aan de wet* Wat u ook doet, houd er rekening mee dat u er zelf verantwoordelijk voor bent dat alles wat u doet legaal is. U kunt er niet van uitgaan dat wanneer een werk beschikbaar lijkt te zijn voor het publieke domein in de Verenigde Staten, het ook publiek domein is voor gebruikers in andere landen. Of er nog auteursrecht op een boek rust, verschilt per land. We kunnen u niet vertellen wat u in uw geval met een bepaald boek mag doen. Neem niet zomaar aan dat u een boek overal ter wereld op allerlei manieren kunt gebruiken, wanneer het eenmaal in Zoeken naar boeken met Google staat. De wettelijke aansprakelijkheid voor auteursrechten is behoorlijk streng.

Informatie over Zoeken naar boeken met Google

Het doel van Google is om alle informatie wereldwijd toegankelijk en bruikbaar te maken. Zoeken naar boeken met Google helpt lezers boeken uit allerlei landen te ontdekken, en helpt auteurs en uitgevers om een nieuw leespubliek te bereiken. U kunt de volledige tekst van dit boek doorzoeken op het web via <http://books.google.com>

H. J. MENALDA VAN SCHOUWENBURG.

OVER
DE ANORGANISCHE BESTANDDEELEN
VAN
WATERPLANTEN.

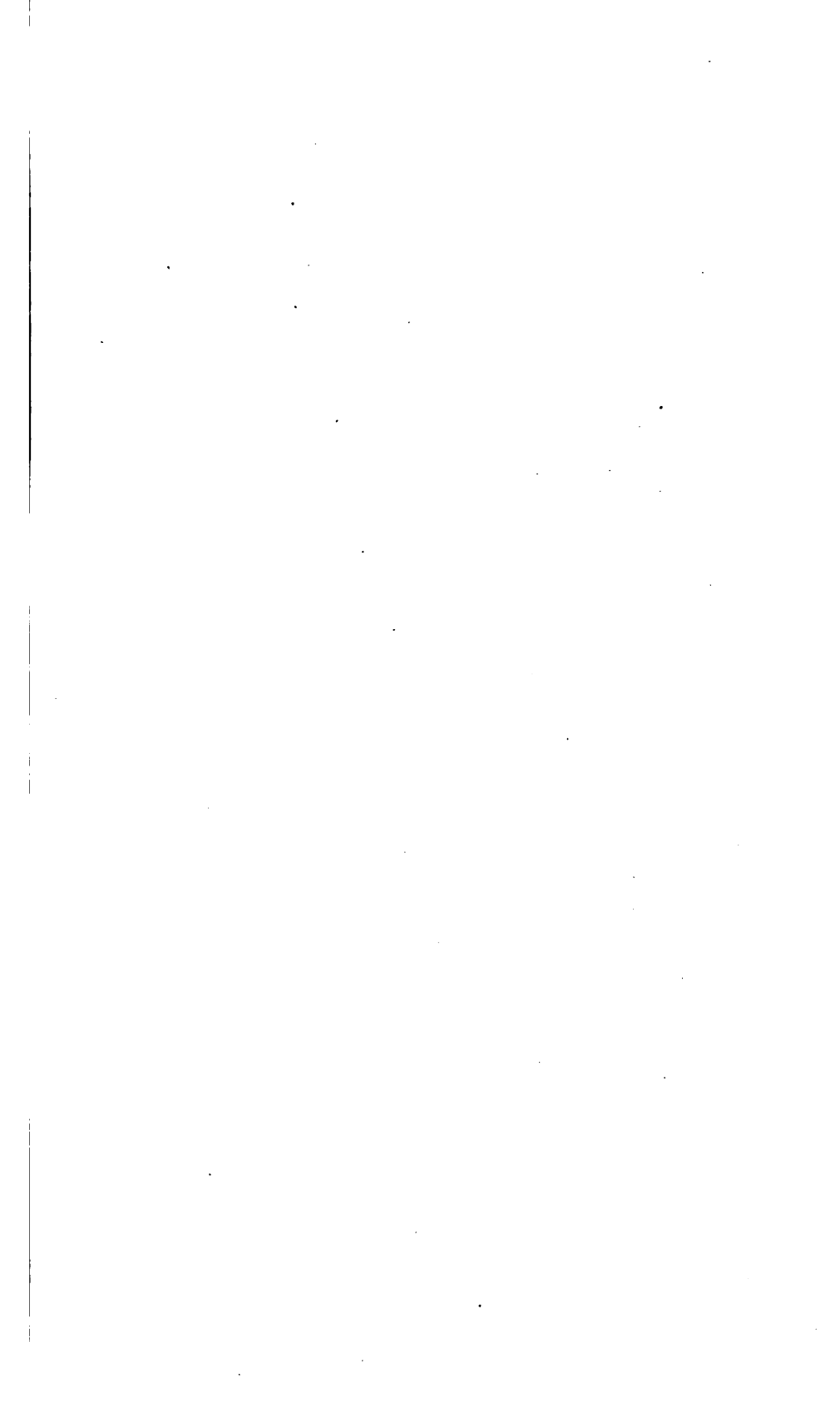




THE LIBRARY
OF
THE UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

PRESENTED BY
PROF. CHARLES A. KOFOID AND
MRS. PRUDENCE W. KOFOID







van den Schoyve.

OVER DE ANORGANISCHE BESTANDDEELEN

VAN

WATERPLANTEN.

Snelpersdruk van J. van Boekhoven, te Utrecht.

OVER DE ANORGANISCHE BESTANDDEELEN

VAN

WATERPLANTEN.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

Dr. C. H. D. BUYS BALLOT,

GEWOON HOOGLEERAAR IN DE WIS- EN NATUURKUNDIGE FACULTEIT,

MET TOESTEMMING VAN DEN AKADEMISCHEN SENAAT

EN

VOLGENS BESLUIT VAN DE WIS- EN NATUURKUNDIGE FACULTEIT,

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

Doctor in de Wis- en Natuurkunde,

AAN DE HOOGESCHOOL TE UTRECHT,

DOOR

HENDRIK JAN MENALDA VAN SCHOUWENBURG,

GEBOREN TE DEVENTER,

TE VERDEDIGEN

op Vrijdag den 11 December 1863, des namiddags te 3 ure.



UTRECHT — J. GREVEN — 1863.

234

K-QK 865

M4

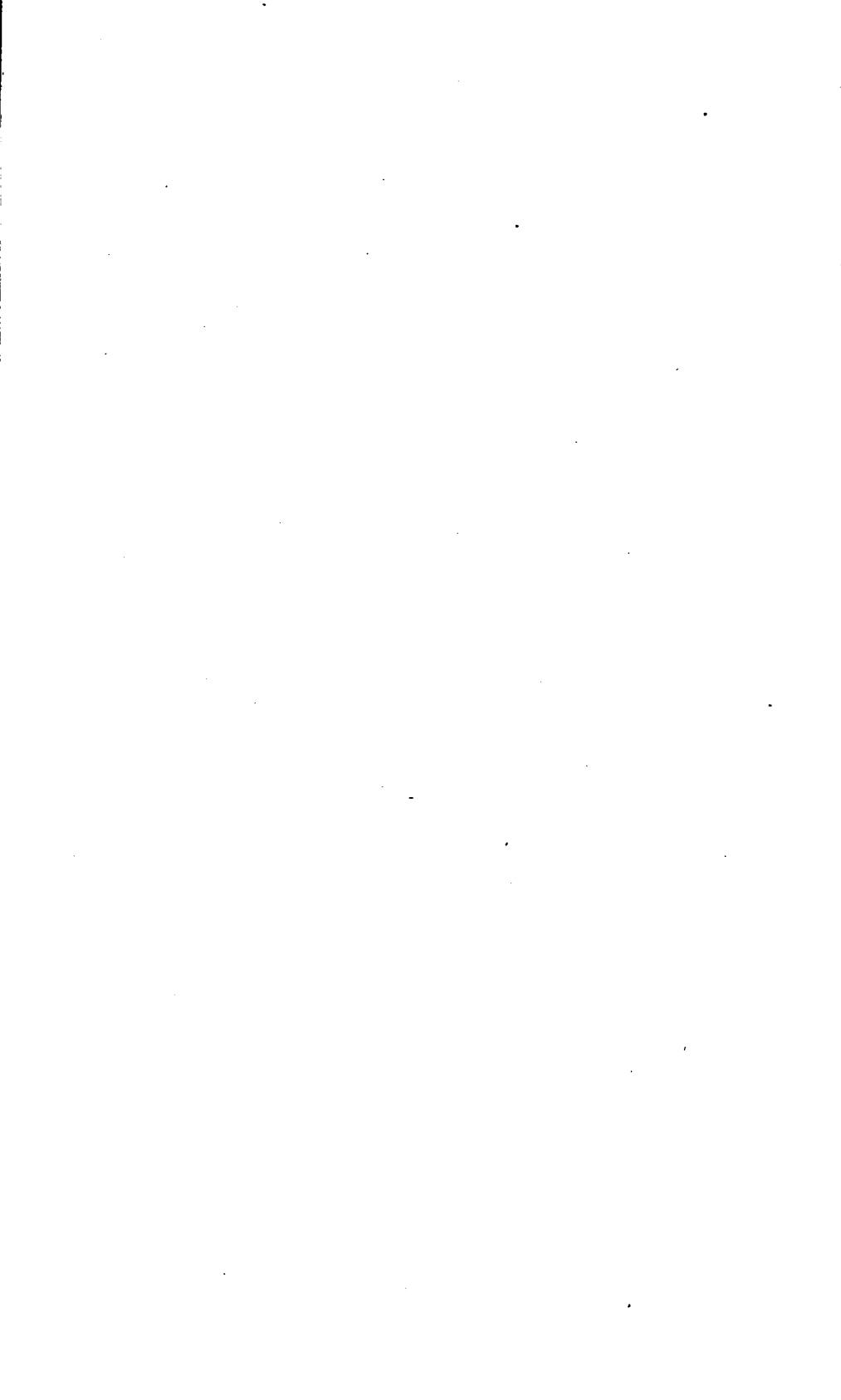
Biol.

Lil

AAN

MIJNE OUDERS.

M369319



VOORWOORD.

Bij het verlaten der Hoogeschool is het mij een aangename taak U, Hooggeleerde Heeren, Professoren der Wis- en Natuur-kundige Faculteit, mijnen welgemeenden dank te betuigen, zoowel voor het uitstekende onderwijs, dat ik van U allen mogt ontvangen, als voor de blijken van vriendschap, die ik in den persoonlijken omgang van velen Uwer in zoo ruime mate mogt ondervinden.

In het bijzonder ben ik U dank verschuldigd, Hooggeëerde Promotor, Hooggeleerde MULDER! Blijf nog lang een sieraad dezer Hoogeschool, de warme Voorstander van de Wetenschap om de Wetenschap. Uw helder en opwekkend onderwijs te hebben mogen genieten, zal ik steeds als een mijner grootste voorregten blijven beschouwen.

Aan U, Hooggeleerde Heeren VAN REES, MIQUEL en HARTING gevoel ik mij ten hoogste verplicht. Steeds zal ik erkentelijk blijven voor de welwillendheid, waarmede Gij mij zoo dikwijls met raad en daad hebt bijgestaan. Wilt mij ook voortaan Uwe voorlich-

ting, waaraan ik nog zoo dikwijls behoefte zal gevoelen, niet onthouden!

Uwen humanen omgang en Uwe nooit te vergeefs ingeroepene hulp bij de beoefening der praktische scheikunde, Zeergeleerde Heeren OUDEMANS en DIBBITS, heb ik steeds op hoogen prijs gesteld en het is mij een aangename pligt U hiervoor openlijk mijnen dank te betuigen. Moge de vriendschap, DIBBITS! die wij als studenten sloten, nimmer verflaauwen!

Gaarne maak ik ook van deze gelegenheid gebruik om U, Hoogleeraren in de Wis- en Natuurkunde aan het Athaeneum illustre te Deventer, dank te zeggen voor zooveel, dat ik aan U verpligt ben. Onder Uwe leiding mogt ik mijne studiën beginnen, Gij hebt mij lust voor de Wetenschap ingeboezemd en mij aangespoord hier het begonnen werk voort te zetten.

Mogt het eenmaal blijken, dat Gij U in mij niet vergist hebt!

Gij mijne Vrienden, zoo hier als elders, houdt U overtuigd, dat ik de aangename uren, die ik in Uw bijzijn heb mogen doorbrengen, nooit zal vergeten. Sommigen Uwer hebben reeds vóór mij de Hoogeschool verlaten, anderen zullen mij weldra volgen. Dat wij elkander nog dikwijls op onzen verderen levensweg mogen ontmoeten!

Het doet mij leed, dat ik voor mijn proefschrift niet meer eigen onderzoekingen heb kunnen leveren; verschillende omstandigheden, en vooral mijne benoeming tot Leeraar aan de Twentsche Handel- en Industrie-school, hebben mij dit belst. Gaarne wilde ik voor de aanvaarding dier betrekking mijne academische loopbaan eindigen, en te eerder kon ik hiertoe besluiten, omdat dit

geen reden behoefde te zijn om van verdere onderzoekingen af te zien.

Het onderwerp, dat ik behandelde, heeft mij onder de bewerking hoe langer zoo meer belangstelling ingeboezemd; ik ben overtuigd, dat een uitvoerig onderzoek naar de anorganische bestanddeelen der waterplanten voor de plantenscheikunde en physiologie goede vruchten zal dragen, en ik heb het vaste voornemen opgevat om den vrijen tijd, waarover ik later zal kunnen beschikken, ook hieraan te besteden.

De aanneming van de Wet op het Middelbaar-Onderwijs zal ten gevolge hebben, dat de Natuurwetenschappen meer algemeen zullen beoefend worden en ook tot het volk zullen kunnen doordringen; mijnen welgemeenden dank betuig ik aan allen, door wier toedoen ik in de gelegenheid ben gesteld hieraan naar mijn beste vermogen mede te werken.

Het in mij gestelde vertrouwen mij waardig te maken, zal mijn eerezucht zijn!

INHOUD.

	Blz.
Inleiding.	1.
I. Verdeeling der Waterplanten	11.
II. Nadere bijzonderheden omtrent de planten, die onderzocht werden, en de analyses daarvan	14.
III. Over de anorganische bestanddeelen in de verschillende Waterplanten	25.
IV. Over de verscheidenheid der anorg. bestanddeelen in ver- schillende planten.	39.
V. Over Waterplanten voor bemesting en veenvorming. . .	61.



INLEIDING.

Op het einde der 16^{de} eeuw werd door een van de uitstekendste natuurkundigen van dien tijd, Johan Baptist van Helmont¹⁾, een Brabantsch edelman, de volgende proef in het werk gesteld:

Een jeugdige boom, die slechts 5 pond woog, werd in eene afgewogene hoeveelheid aarde geplant en alleen nu en dan met water begoten; na vijf jaar werd de boom, die intusschen welig gegroeid was, uit den grond genomen en op nieuw gewogen; hij woog 179 pond, dus 174 pond meer dan vroeger, terwijl de aarde, waarin hij gegroeid was, slechts 2 ons aan gewigt verloren had. V. Helmont meende uit deze proef het besluit te mogen trekken, dat de planten uit niets anders bestaan dan uit *water*. — Wanneer hij echter een weinig naauwkeuriger had *kunnen* toezien, wat er met zijn boom was voorgevallen, dan zou hij hebben opgemerkt dat het water niet de oorzaak van de toename aan gewigt kon zijn en waarschijnlijk reeds in dien tijd tot de gewigtige ontdekking gekomen zijn, dat de planten

¹⁾ Geboren te Brussel in 1577, overleden te Vilvoorde 1644. Hij behoorde tot de school der Jatrochemici en meende eene inwendige roeping te hebben om de geneeskunde te hervormen.

het grootste gedeelte van haar organisch voedsel aan den dampkring ontleenen, voor welke uitnemende ontdekking in 1778 door de *Koninklijke Societeit te Londen* aan Priestley de gouden medaille werd toegekend ¹⁾.

Niet veel beter was het ten tijde van van Helmont, en nog veel later, met de kennis omtrent de anorganische bestanddeelen der planten gesteld.

Zoolang er menschen op aarde geleefd hebben zijn er planten en plantedeelen verbrand, en zoo dikwijls dit geschiedde kon men zich overtuigen dat de planten, behalve verbrandbare deelen, ook onverbrandbare stoffen bevatten; maar duizende jaren moesten er verlopen voor men in deze een stap verder kon doen.

Eerst toen de analytische scheikunde eene zekere hoogte had bereikt en men, althans ten naaste bij, de nadere bestanddeelen van de asch had leeren kennen, kon men zich eenige voorstelling vormen omtrent het nuttige of overbodige van de anorganische stoffen voor de plant, over de wijze waarop deze in de plant voorkomen, enz.

De onderzoekingen, met zulk een doel in het werk gesteld, moesten echter zoo dikwijls herhaald worden en waren aan zoo vele dwalingen onderhevig, dat het geen wonder is dat men nu en dan zeer vreemde zaken meende gevonden te hebben en verkondigde.

Het is toch niet bevreemdend dat men in dien tijd, toen in de asch van verschillende planten eene groote hoeveelheid van het een of andere bestanddeel gevonden was, hetwelk men in den bodem, waarin de plant gegroeid was, of

¹⁾ Door Bonnet was vroeger reeds aangegeven, dat er een bijzonder gas door de planten werd uitgescheiden, als deze door de zon beschenen werden.

(wegens de nog altijd gebrekkige methodes) in het geheel niet, of slechts als sporen kon aantoonen, in den waan verkeerde dat de planten (en in 't algemeen de georganiseerde wezens) het vermogen bezaten om het eene element in het andere om te zetten ¹⁾. Maar meer vreemd is het, dat in het jaar 1838, in het 101^{ste} stuk *der Göttingischen gelehrten Anzeigen* en het 31^{ste} Nummer *der Regensburger botanischen Zeitung* van datzelfde jaar, door een onbekenden vriend der wetenschap de volgende prijsvraag werd uitgeschreven:

„Ob die sogenannten unorganischen Elemente, welche in der Asche der Pflanzen gefunden werden, auch dann in den Pflanzen sich finden, wenn sie denselben von Aussen nicht dargeboten werden; und ob jene Elemente so wesentliche Bestandtheile des vegetabilischen Organismus sind, dass dieser sie zu seiner völligen Ausbildung durchaus bedarf.“ ²⁾

Dat de planten de anorganische bestanddeelen, die in hare asch gevonden worden „von Aussen” moeten ontvangen, is tegenwoordig aan geen redelijken twijfel onderhevig. De elementen zijn nog steeds elementen gebleven en van eene omzetting van het eene in het andere, ook in het georganiseerde rijk, is niets gebleken. Tot dusverre is voor

¹⁾ Deze kwestie hangt naauw te zamen met de toenmalige denkbeelden over den *Steen der Wijzen*, waardoor men meende onedele metalen in goud te kunnen veranderen, en den menschen rijkdom en eeuwige jeugd te kunnen verschaffen.

²⁾ Uit de beantwoording van deze Prijsvraag door Wiegmann en Polstorff in 1842 blijkt, dat zij vooruit overtuigd waren, welke resultaten de proeven, die zij voor de beantwoording van het eerste punt in het werk moesten stellen, zouden opleveren; hun arbeid was echter ook in andere opzichten zeer belangrijk en zeker der bekrooning overwaardig.

de stelling dat er slechts één element zou bestaan, en dat het verschil in eigenschappen der enkelvoudige stoffen alleen het gevolg zoude zijn van een verschil in physischen toestand van dat element κατ' ἑξοχὴν, geen enkel bewijs aan te voeren.

En dat de anorganische stoffen in 't algemeen voor de goede ontwikkeling der planten even onmisbaar zijn als koolzuur, water, ammoniak, enz. was reeds lang voor 1838 voldoende uitgemaakt. Door de latere proeven werd dit slechts bevestigd; zoo lezen wij onder anderen reeds in de *Recherches chimiques sur la végétation* van de Saussure ¹⁾: „J'ai essayé de faire développer des semences de fève, de haricot, de pois, de cresson, en leur donnant pour support du sable pur ou du crin de cheval contenu par des entonnoirs, qui laissent filtrer l'eau distillée surabondante dont je les arrosais. Elles ont fleuri le plus souvent, mais leurs graines n'ont jamais pu mûrir. J'ai cependant varié ces expériences avec tout le soin possible pendant cinq années consécutives. Giobert, Hassenfratz et d'autres naturalistes m'avaient précédé dans les mêmes recherches sans obtenir des résultats plus heureux” „Elles (les plantes) languissent dès-qu'elles ont épuisé la nourriture contenue dans la substance même de leurs graines.”

Het resultaat, uit hunne proeven door Wiegmann en Polstorff getrokken, komt hiermede volkomen overeen: „Am Schlusse wollen wir noch eines Versuchs erwähnen, welcher unsere ausgesprochene Ansicht hinlänglich beweisen wird, dass nämlich die Vegetation eine Zeitlang auf Kosten der unorganischen Bestandtheile, welche im Samen

¹⁾ Page 243. Dit werk verscheen in 1804.

vorhanden sind, fortdauern kann, aber aufhört, sobald ihre Quantität eine bedeutungslose Rolle zu spielen anfängt."

u. s. w. ¹⁾

Cloëz en Gratiolet ²⁾ vonden dat de ontleding van koolzuur, en de daarmee gepaard gaande uitscheiding van zuurstof, bij eenige waterplanten (Potamogeton, Ceratophyllum) spoedig ophield, wanneer haar de zouten, die in de natuurlijke wateren voorkomen, onthouden werden.

Verschillende planten, door Salm-Horstmar in kunstmatige bodems gekweekt, stierven in het derde blad af, wanneer haar geen anorganische stoffen gegeven werden, — ook, als zij aan koolzuur en stikstofhoudend voedsel geen gebrek hadden. ³⁾

In de onderzoekingen over de anorganische bestanddeelen der planten kan men drie hoofdrichtingen onderscheiden, al naar gelang van het doel, dat men bij dit onderzoek voor oogen had.

Voor de eerste rigting kan ik geen uitdrukking vinden, die haar genoegzaam karakteriseert. Zij was half wetenschappelijk, half baatzuchtig, zooals iedere wetenschap in hare kindschheid.

De tweede is de rigting van het praktische nut.

De derde is de zuiver wetenschappelijke weg.

Zoodra de scheikunde eenigzins tot wetenschap geworden was, bleef het onderzoek van de asch, die de planten bij de verbranding terug laten, niet lang achterwege. De

¹⁾ Gekrönte Preisschrift, s. 35.

²⁾ Erdmann, Journ. f. prakt. Chem. 1851. N^o. 2. s. 208.

³⁾ Erdmann, Journ. f. prakt. Chem. 1853. N^o. 1. s. 239. en elders.

vraag in hoeverre de bestanddeelen der asch, en in het algemeen, en ieder in het bijzonder, nuttig of noodzakelijk voor het plantenleven waren, kon natuurlijk niet zoo spoedig beantwoord worden. Vrij algemeen was men van oordeel dat de aschbestanddeelen der planten als volkomen accidenteel moesten beschouwd worden, en het was vooral om die reden, dat het onderzoek een meer praktische rigting kreeg en zich bijna uitsluitend bepaalde tot een zoeken, welke plante-asch voor de bereiding van Soda of Potasch (waaraan men voor verschillende diensten behoefte had) de grootste voordeelen opleverde.

De eerste, die als krachtig hervormer in deze optrad, was Theodore de Saussure.

Door zijne uitvoerige en, vooral voor zijn tijd, zoo uitstekende onderzoekingen legde hij den grondslag voor de plante-scheikunde en-physiologie: „Es is bis jetzt noch unbekannt, zegt hij in 1802, ¹⁾ ob die Bestandtheile mehrerer Pflanzen bloss zufällig, und von der Natur des Bodens, worauf sie wachsen, abhängig sind, oder ob man sie als ein wahres product der Vegetation, von allen Localverhältnissen unabhängig, betrachten muss.”

Hij maakte vervolgens een groot aantal analyses van onderscheidene planten, vergeleek de aschbestanddeelen van deze onderling en met de anorganische bestanddeelen van den bodem, waarop zij gegroeid waren; verzamelde planten, die overigens zooveel mogelijk overeenkwamen, van de meest verschillende geologische terreinen, onderzocht ook deze, en kwam reeds in 1804 tot het volgende resultaat: ²⁾.

¹⁾ Scherer's Journ. Bd. IX. s. 644.

²⁾ Recherches chimiques sur la végétation pag. 261.

„Plusieurs auteurs ont admis, que les substances minérales, qu'on trouve dans les végétaux, n'y sont qu'accidentelles et nullement nécessaires à leur existence, parce qu'ils ne les contiennent qu'en très-petite quantité. Cette opinion vraie sans doute pour les substances qui ne se rencontrent pas toujours dans la même plante, n'est point démontrée pour celles, qui y existent constamment"..... „J'ai trouvé ce même sel (phosphate de chaux) dans les cendres de tous les végétaux où je l'ai recherché et nous n'avons aucune raison pour affirmer qu'ils puissent exister sans lui."

De verdere onderzoekingen van de Saussure en anderen moet ik met stilzwijgen voorbijgaan, ook al zijn deze niet minder belangrijk dan de voorgaande.

Het is te betreuren dat men niet op den weg, dien de Saussure ingeslagen had, is voortgegaan; dan toch zou men waarschijnlijk tegenwoordig een betere voorstelling hebben over de eigenlijke dienst der verschillende anorganische bestanddeelen voor het planteleven, dan nu het geval is.

In plaats van vooruitgang in kennis schijnt er achteruitgang te hebben plaats gehad; in 1823 toch verklaarde Chaptal ¹⁾ „que les sels sont pour les plantes, que les épiceries et le sel marin sont pour l'estomac de l'homme ²⁾”, eene stelling die door de uitkomsten der proeven, 19 jaar vroeger in het werk gesteld, reeds volkomen weerlegd was.

¹⁾ Chimie appliq. à l'Agricult. I. p. 91.

²⁾ Hij meende dat het keukenzout, voor de maag van den mensch, op eene lijn mogt gesteld worden met de specerijen. Nu het is uitgemakt dat het bloed Chloorsodium bepaaldelijk nodig heeft, moet men het tweede gedeelte der stelling van Chaptal toegeven, in zijn tijd echter niet.

De tweede hoofdrigting, die men in het onderzoek naar de anorganische bestanddeelen kan opmerken, is door de twee volgende stellingen volkomen gekarakteriseerd.

1^o. „Ein Boden ist fruchtbar für eine gegebene Pflanzengattung, wenn er die für diese Pflanze nothwendigen mineralischen Nahrungsstoffe in gehöriger Menge, in dem richtigen Verhältniss und in der zur Aufnahme geeigneten Beschaffenheit enthält.” ¹⁾

2^o. Il viendra un temps où, au lieu d'employer comme aujourd'hui des fumiers, on engraissera les champs avec une dissolution de liqueur siliceuse (silicate de potasse) avec la cendre de paille, avec les phosphates préparés exprès dans les fabriques, etc..... Dans l'agriculture la grande maxime, c'est de rendre toujours à la terre, en pleine mesure, n'importe sous quelle forme, tout ce qu'on lui enlève par les récoltes, et de se régler en cela sur le besoin *de chaque espèce de plante en particulier.*” ²⁾

Aan deze rigting heeft de wetenschap weinig meer dan eene overgrootte menigte asch-analyses van de meest gewone kultuurplanten te danken. De kennis van de eigenlijke dienst der anorganische bestanddeelen voor de plant is er weinig of niet door vooruitgegaan; het verband tusschen de organische en minerale bestanddeelen is er niet door opgehelderd; — de praktische landbouwer heeft er niet zelden groote schade door geleden!

De derde rigting eindelijk, is niets anders dan een terug-

¹⁾ Die Grundsätze der Agricultur-Chemie, von Justus von Liebig — 1855. s. 19.

²⁾ Traité de Chim. Organ. par M. Justus Liebig, traduit sur les Manuscrits de l'auteur par M. Charles Gerhardt — Bruxelles 1843. Introduction p. LXXXIX.

komen op den weg, dien de Saussure had aangewezen: een zuiver wetenschappelijk doel op den voorgrond, het praktische nut achteraf geplaatst en aan de toekomst overgegeven.

Hiertoe mogen voorzeker, onder anderen, de uitvoerige onderzoekingen van den lateren tijd gerekend worden: van Wolff, over de aschbestanddeelen van verschillende deelen (hout, schors, bladen, meeldraden, enz.) van *Aesculus hippocastanum*; ¹⁾ van Norton, over de haverplant in verschillende stadiën van wasdom; ²⁾ van Rammeisberg, vruchten en stroo van raapzaad en erwten; ³⁾ van Staffel, over de verschillende deelen der wilde kastanjeboom in het voor- en na-jaar; ⁴⁾ de nog steeds voortgezette onderzoekingen van Salm-Horstmar, ⁵⁾ enz.

Het is vreemd, dat er, bij het groote aantal onderzoekingen van vroegeren en lateren tijd naar de anorganische bestanddeelen van landplanten, zoo weinig aandacht aan de waterplanten geschonken is, niettegenstaande deze in meer dan een opzicht voor onderscheidene proeven de voorkeur boven de landplanten verdienen.

Mogelijk is de groote invloed, dien de rigting van het praktische nut bijna altijd heeft uitgeoefend, daarvan de oorzaak.

Het kwam mij niet onbelangrijk voor na te gaan in hoe

¹⁾ Erdmann, Journ. f. prakt. Chem. Bd. XLIV s. 385.

²⁾ Pharm Centr. Bl. 1847. s. 466.

³⁾ Jahresber. van Liebig en Kopp, 1847 en 1848. en elders.

⁴⁾ Bekroonde prijsvraag, Jahresb. 1850.

⁵⁾ Erdmann, Journ. f. prakt. Chem. XLVI en vervolg. In verschillende tijdschriften overgenomen.

verre het onderzoek naar de anorganische bestanddeelen der waterplanten eenig licht kan verspreiden over de thans nog hangende kwesties. Ik heb ten dien einde de asch-analyses, die hier en daar verspreid voorkomen, bij elkander gezocht en tot beter overzicht in een tabel te zamen gevoegd.

De analyses, welke mij voorkwamen als quantitatieve bepalingen niet genoeg vertrouwen te verdienen (zooals alle analyses vóór 1840) heb ik weggelaten. Zelf heb ik aan dit onderzoek drie asch-bepalingen en-analyses van inlandsche waterplanten, die tot dus verre niet onderzocht waren, toegevoegd.

Ten einde te doen zien in hoeverre de verschillende onderzoekingen mogen geacht worden onderling vergelijkbaar te zijn, heb ik gemeend een kort verslag van de wijze van inzameling, reiniging, verbranding, enz. van de planten, waarvan uitkomsten van analyses in de tabel vermeld zijn, te moeten laten voorafgaan.



I.

Verdeeling der Waterplanten.

Men kan de waterplanten voor ons doel onderscheiden 1°. naar den bijzonderen aard van het water, waarin zij groeijen, 2°. naar de wijze, waarop zij zich daarin ontwikkelen.

Wat de eerste wijze van onderscheiding betreft kan men slechts twee goed begrensde groepen aannemen, n.l. Zoetwaterplanten en Zeeplanten; de verdeeling toch in *Plantae fluviatiles*, *Pl. lacustres*, *Pl. stagnariae*, enz. kan niet scherp worden volgehouden, daar de meeste planten niet uitsluitend tot één dezer afdeelingen behooren. Het onderscheid tusschen de planten, die in zoet- en zoutwater leven, is daarentegen zeer constant; slechts eenige lagere Algen worden in beide wateren aangetroffen. Over het geheel staan de zeeplanten op een lagereu trap van ontwikkeling dan de landplanten. In de zee vindt men geen enkele Dicotyledoon en slechts zeer weinige Monocotyledonen (*Zostera*, *Ruppia*); alleen de Acotyledonen, die men in de zee aantreft, zijn hooger ontwikkeld, dan die, welke in zoet water voorkomen.

De tweede wijze van indeeling is vooral uit een physiologisch oogpunt belangrijk, omdat met het verschil in

afdeeling, waartoe een plant behoort, een verschil in voeding en ontwikkeling hand aan hand gaat.

Gewoonlijk onderscheidt men :

1°. Planten die geheel onder gedoken zijn (*Pl. submersae*); alleen de bloemen komen somtijds boven den waterspiegel uit.

2°. Planten wier bladeren aan de oppervlakte van het water drijven; deze hebben veelal ook bladeren, die altijd onder water verkeerren, welke dan gewoonlijk reeds door den vorm van de andere te onderkennen zijn. Verder moet men hier onderscheiden: *a.* vrijdrijvende planten (*Plantae liberae*), en *b.* vastgewortelde planten (*Pl. adnatae*).

3°. Planten, wier bladen en bloemen ver. boven het water uitsteken, en met hare wortels in den bodem zijn vastgehecht (*Pl. limosae*). Deze kan men echter geen eigenlijke waterplanten noemen; niet zelden komen dezelfde species hier en daar op oevers en vochtige weilanden voor. Om die reden heb ik er in de Tabel slechts twee opgenomen.

De planten, wier wortels vrij in het water neerhangen, kunnen hare anorganische bestanddeelen alleen uit het water waarin zij groeijen opnemen; terwijl die, welke met hare wortels in den bodem zijn vastgehecht, tevens iets van dien bodem kunnen ontvangen. Daar deze echter onophoudelijk door het water wordt uitgespoeld, zal dit slechts weinig kunnen bedragen.

De *plantae submersae* zijn, wat haar organisch voedsel betreft, geheel tot het in het water opgeloste beperkt; die waterplanten daarentegen, wier bladeren aan de oppervlakte drijven, of die geheel boven het water uitsteken, kunnen, even als de landplanten, dit voedsel gedeeltelijk uit den dampkring opnemen.

De planten, wier aschanalyses in de tabellen voorkomen, behooren tot:

I. Zoetwaterplanten.	{		Chara
			Elodea
		1. Geheel ondergedoken.	Ranunculus
			Callitriche
			Hottonia
			Lemna
		a. vrij	Hydrocharis
		2. Met drijvende bladen.	Stratiotes
		b. vast	Nymphaea
			Trapa
II. Zeeplanten.	{	3. Planten, die hoog boven het water uitsteken.	Scirpus
		Geheel onder gedoken.	Arundo
			Fucus.



II.

Nadere bijzonderheden omtrent de planten, die onderzocht werden, en de analyses daarvan.

Chara, Stratiotes, Hottonia, Nymphaea lutea, N. alba, Scirpus en Arundo, welke door Schulz-Fleeth in 1851 onderzocht werden ¹⁾, waren in een stroomende beek in het zuiden van Mecklenburg gegroeid (analyse van het water, zie Tabel I. 18 en van den bodem der beek Ibid. 19). De planten werden in Augustus en September verzameld, goed gereinigd, (de methode wordt niet opgegeven) gedroogd en daarna in een toegedekten platina-kroes verkoold. De kool werd eerst met water, vervolgens met verdund zoutzuur uitgeloogd en eindelijk bij toetreding der lucht volkomen verbrand. Met kleine veranderingen volgde Schulz-Fleeth bij de analyse de methode door Heintz aangegeven ²⁾. Het chloor kon met verdund salpeterzuur volkomen uit de kool getrokken worden en werd in die oplossing bepaald.

Het waterige en zoutzure uittreksel werd niet afzonderlijk onderzocht. Hieruit toch kan men, ten opzichte van

¹⁾ Poggendorff, Annalen der Phys. u. Chem. LXXXIV s. 80.

²⁾ Idem Bd. LXXII.

Tabel I.

3.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
<i>Scirpus lacustris.</i>	<i>Arundo phragmitis.</i>	Water, waarin 1. 6. 9. 10. 11. 12. 16. 17. groeiden.	Bodem van de beek, idem.	Water, waarin Lemna groeide.	Water, waarin Trapa gevonden werd.	Rijnwater, bij Arnhem.
69	8.63	3.34	1.64	3.97	9.08	4.30
99	—	—	0.96	0.47	8.19	2.26
98	5.88	32.94	45.09	35.00	42.24	35.91
38	1.21	6.93	1.64	12.26	18.09	6.29
24	0.21	—	2.79	0.72	1.12	0.88
—	—	—	0.48	—	0.15	—
93	6.57	31.27	37.59	—	—	25.70
84	1.99	0.37	3.27	2.62	—	spoor.
55	2.77	4.45	2.31	8.27	17.03	10.02
56	71.51	—	2.31	3.24	1.90	3.15
—	—	—	—	—	—	—
08	0.35	20.70	—	10.10	1.94	11.49
—	—	—	1.92	—	—	—
9.34	99.12	100	100	76.65	99.74	100
8,07	4.69	(1) 0.1618	(2) 1.038	(3) 0.415	(1) 0.804	(1) 0.1593

water, na zacht gloeijen.

door verd. zoutzuur uit 100 d. aarde getrokken.

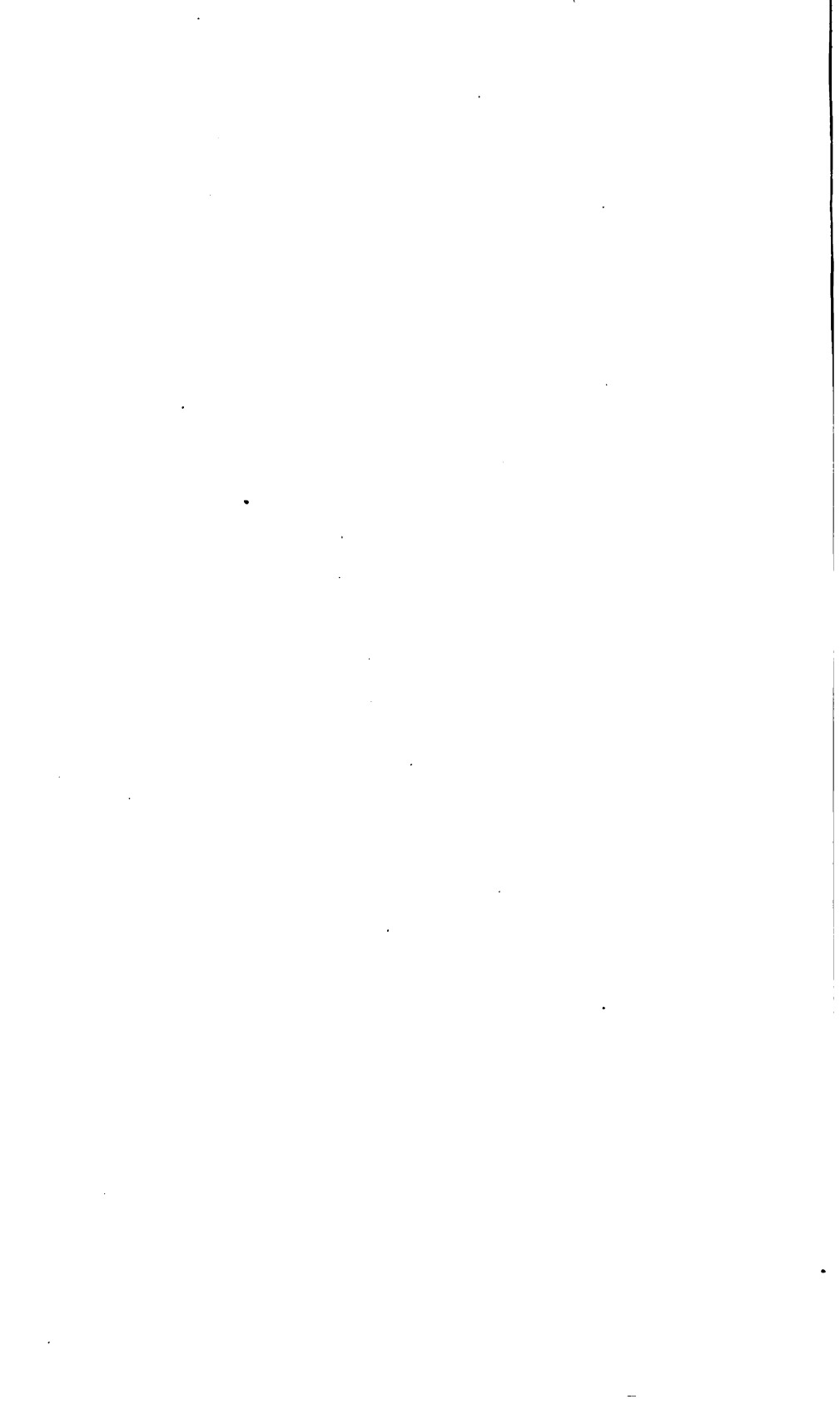
1 Liter water.



DE PLANTEN.

Tabel II.

	5.	6.	7.	
	Fucus serratus.	Fucus saccharinus.	WATER UIT DE NOORDZEE.	
7	4.14	9.50	Chloornatrium . . .	78.47
8	19.40	16.19	Chloorkalium . . .	1.03
9	14.97	16.71	Chloormagnesium . .	9.47
0	10.69	10.96	Broommagnesium . .	0.17
8	0.32	0.80	Zwavelzure kalk . .	4.44
	—	—	Zwavelzure magnesia.	6.41
6	8.28	24.35	Koolzure kalk . . .	0.04
6	4.05	1.59	Kiezelzuur	0.009
3	19.32	18.07	Ammonia	0.011
5	0.39	—	Jodium	} Spoor.
6	17.21	0.66	Phosphorzuur . . .	
2	1.23	—	Koolzure magnesia .	
or.	—	—	IJzeroxyde	
	—	0.94	Andere metaaloxyd.	
0	100	99.77	Org. stoffen	
3	15.14	10.00	Som. . . .	100.05



het al of niet in oplossing voorkomen van de zouten in de plant, niets leeren, daar de bestanddeelen in de asch anders verbonden zijn, dan in de plant, zooals Schulz-Fleeth door proeven nader heeft aangetoond: Een mengsel van phosphorzure soda, koolzure magnesia en suiker gegloeid, gaf in het *waterige* aftreksel slechts de *helft* van het gebruikte *Phosphorzuur* ¹⁾, terwijl de andere helft met *Magnesia* verbonden achterbleef.

Uit een afzonderlijk onderzoek bleek dat het grootste gedeelte, zoo niet alle koolzure kalk in de *Chara foetida* als zoodanig voorkwam. Het is bekend dat de *Chara* soorten uitwendig meestal met eene dikke korst van koolzure kalk overtoegen zijn.

De eerste analyse van *Nymphaea lutea* (Tabel I N^o 7) is die van bladen en stengels, welke de oppervlakte van het water nog niet bereikt hadden.

Het groote verlies dat bij deze analyse en bij die van *Nymphaea alba* plaats vond, heeft vooral betrekking op de alkaliën; een gedeelte daarvan ging door een opening in den kroes verloren.

Het water bleek in Mei, September en October bijna dezelfde samenstelling te bezitten; ook de verhouding der alkaliën onderling werd vrij constant bevonden; van het koolzuur werd slechts zooveel in rekening gebragt als noodig was om met de aanwezige bases neutrale zouten te vormen.

De *Elodea canadensis* ²⁾ (Tabel I N^o. 3) groeide in een

¹⁾ Poggendorff, Annal der Phys. u. Chem. Bd. LXXXIV. s. 85.

²⁾ De *Elodea canadensis* werd voor eenige jaren op verscheidene plaatsen in de buurt van Utrecht geplant en heeft zich zoodanig uitgebreid, dat men haar thans, op uren afstands, in groote menigte in alle

der buiten-grachten van Utrecht, welke door Rijnwater¹⁾ (zie Tabel I) gedrenkt worden; zij werd in 1860 door Bisdom onderzocht²⁾.

De goed gereinigde en bij 120° C. gedroogde planten werden in den moffel van een cupelleer-oven verbrand, waarbij geen roodgloeihitte behoefde aangewend te worden. De kalk kwam slechts gedeeltelijk als koolzure kalk in de asch voor; het ijzeroxyde werd gedeeltelijk als phosphas ferri, gedeeltelijk als succinas ferri bepaald, omdat er sporen van mangaan gevonden waren. De tijd, waarop de planten verzameld werden, wordt niet opgegeven.

De analyses der asch van de bladeren en vruchten van *Trapa natans*,³⁾ die onder het toezigt van v. Gorup

vaarten en slooten aantreft. In de grachten komt zij zoo overvloedig voor, dat onophoudelijk vele mannen aan het werk zijn om ze te verwijderen, daar de scheepvaart er anders weldra door gestremd zou zijn. Even als in Engeland, waar zij in 1836 toevallig met andere Amerikaansche waterplanten schijnt ingevoerd te zijn, vindt men om Utrecht slechts vrouwelijke exemplaren (de meeldraden, die men bij oppervlakkige beschouwing in de bloem meent te zien, zijn even als bij alle Hydrocharideën onecht). Oudemans, heeft deze plant in de *Flora van Nederland* niet opgenomen, weldra zal men echter kunnen getuigen dat zij (helaas!) wel onder de planten behoort, die in Nederland voorkomen.

Opmerkelijk is het dat men op de *Elodea* volstrekt geen slakken vindt, die anders in zoo groote getale op de waterplanten gevonden worden.

¹⁾ De bestanddeelen van het Rijnwater zijn ontleend aan de *Bouw-bare aarde* I bl. 381. Zie ook Dibbits, de *Spectraal analyse* bl. 221.

²⁾ Scheikundige verhandelingen en onderzoekingen uitgeg. door G. J. Mulder, III. bl. 97.

³⁾ „De Gorter maakt van genoemde plant in zijne *Flora VII Provinc.* p. 44 nog gewag, zonder daarbij nogthans eene bijzondere groeiplaats op te geven; sedert werd zij bij ons te lande niet meer gezien, en zoo

Besanez, door Klincksieck, Stern en Herzogenrath werden uitgevoerd, hadden vooral ten doel om het groote IJzer- en Mangaan-gehalte nader te bepalen. ¹⁾

De eerste planten (Tabel N°. 13) werden in Mei 1858, de tweede in Junij van hetzelfde jaar, (toen de bovenbladen aan de oppervlakte van het water waren gekomen, maar de plant nog niet bloeide) uit een vijver bij Neurenberg verzameld (analyse van het water: Tabel I N°. 21.). Zij werden aan de lucht gedroogd, mechanisch zorgvuldig gereinigd, daarna *herhaaldelijk* met water gewasschen, in een platinaschaal verkoold en eindelijk, bij naauwelijks zichtbare roodgloeihitte, in een moffel tot asch gebrand.

De vruchten, die geanalyseerd werden, hadden reeds een jaar op het water gedreven, en werden nogmaals herhaalde malen met water gewasschen. Bij de meesten was de kern reeds vergaan; van binnen waren zij met een zwart-bruin poeder overdekt, dat in zoutzuur oplosbaar was, en uit IJzer- en Mangaan-oxyde bleek te bestaan.

Het koolzuur werd wegens gebrek aan materiaal niet bepaald.

Om twee redenen heb ik de uitkomsten dezer analyses omgerekend: 1° om ze in overeenstemming te brengen met de andere (daar hier, behalve de kool, ook het koolzuur als onwezenlijk bestanddeel weggelaten was), 2° omdat Chloor en Natron afzonderlijk in rekening waren gebracht.

De analyse van *Lemna trisulca* en van het water, waarin

zou de vraag kunnen oprijzen of zij van de lijst onzer inlandsche planten niet zou behooren te worden uitgewischt, enz."

(Oudemans, *Flora van Nederland*, D. II. blz. 92.)

¹⁾ *Annalen der Chem. u. Pharm.* Bd. C. S. 106, en Bd. CXVIII S. 220.

zij groeide, komt voor in de *Chemische Briefe* van Liebig, Deel II, bl. 274 (4^{de} oplage).

De plant werd verzameld uit een ondiep water in den Botanischen tuin te München, gedroogd en verbrand. Nadere bijzonderheden worden niet meegedeeld.

Het water had eene eenigzins groene kleur; 10—15 liters werden gefiltreerd en vervolgens verdampt.

De aschanalyses van Fucus-soorten (Tabel II, N^o. 1—5) werden, onder leiding van Dr. Will, in 1845 uitgevoerd *).

De Fucus vesiculosus (N^o. 1) was afkomstig van de westkust van Engeland, uit de nabijheid van Liverpool; zij werd onderzocht door H. James.

Jood- en Broom-verbindingen konden er niet in worden aangetoond.

Fucus vesiculosus, F. digitatus, F. nodosus en F. serratus, welke door Gödechens geanalyseerd werden, waren aan de westkust van Schotland, bij den mond van de Clyde, verzameld.

Na mechanisch gereinigd te zijn, werden de planten, door spoedig herhaald afwasschen met water, van vreemde deelen bevrijd, gedroogd, en in een platinaschaal ingeascht.

Het Jood werd deels als Joodpalladium bepaald, deels uit het verschil in gewigt van het Chloor- en Jood-zilver, vóór en ná de behandeling met Chloorgas, berekend.

Ook in de uitkomsten van deze analyses was het koolzuur als onwezelijk bestanddeel weggelaten, zoodat ik deze, om ze met de andere vergelijkbaar te maken, heb moeten omrekenen.

De analyse van Fucus saccharinus (Tabel II, N^o. 6) werd

*) Annalen der Chem. u. Pharm. Bd. LIV, S. 341.

door Dr. E. Witting ¹⁾ uitgevoerd. Zij zou de eerste zijn van een uitgebreid onderzoek over zeeplanten, dat zich ook over de organische bestanddeelen uitstrekke; tot dusverre is hierover, voor zoover mij bekend is, echter niets meer verschenen.

De planten werden verkregen uit de Noordzee bij Helgoland. Aan de reiniging, vooral van aanhangend zee-water, werd groote zorg besteed. De planten werden n.l. dadelijk na de inzameling in een diep vat met gedestilleerd water gedompeld, en terstond er weder uitgenomen; als het aanhangende water was afgedropen werd deze behandeling herhaald, tot dat het afdruipe water geen reactie op Chloor meer gaf.

De waterige en zoutzure oplossing der asch, als ook het praecipitaat, dat door Ammoniak ontstond, werd afzonderlijk onderzocht. Om reden, bladz. 15 opgegeven, heb ik de afzonderlijke uitkomsten niet opgenomen.

Het Jood werd met alcohol uit de asch getrokken en als Joodpaladium bepaald. Broom kon, zelfs in groote hoeveelheden asch, niet worden aangetoond.

De analyse van het water uit de Noordzee vindt men in: *Het zeewater en het zout, in verband tot nijverheid en wetgeving beschouwd*, door den Hoogleeraar G. J. Mulder, 1851, blz. 33.

De *Hydrocharis Morsus ranae* groeide in een slootje, in de buurt van Utrecht (bij de Nooteboomen-laan). Zij werd den 12^{den} Mei 1863 verzameld, toen de plant nog geen spoor van bloemen vertoonde. Ook de *Ranunculus divaricatus* (*Schrank*) vond ik in de nabijheid dezer stad,

¹⁾ Erdmann, Journ. f. prakt. Chem. 1858. N^o. 1. S. 182.

in een sloot tusschen weilanden (achter Oudwijk). Toen de planten verzameld werden (in het laatst van Mei) begonnen de eerste bloemen aan de oppervlakte van het water te verschijnen.

De *Callitriche verna* verkreeg ik uit een beekje in het bosch tusschen Zeist en Driebergen: een schrale heidegrond, grootendeels met sparren begroeid. Ik verzamelde haar in het begin van Junij.

Alle planten werden in het water, waarin zij gegroeid waren, goed afgespoeld en daarna zorgvuldig van alle aanhangende en vreemde deelen gereinigd. Toen dit geschied was, werden zij op filtreerpapier (dat eenige malen vernieuwd werd) uitgespreid, en eerst in de zon, vervolgens in een luchtbad, bij 120° C., gedroogd. De aldus goed gereinigde en gedroogde planten werden fijn gesneden, en in porcelijnen kroesjes in een moffeloven volkomen verbrand, zonder dat hierbij roodgloei-hitte behoefde te worden aangewend.

Het asch-procent is het gemiddelde uit drie goed sluitende bepalingen; van *Callitriche* vond ik:

eerste bepaling 10.3% asch

tweede bepaling 10.8% „

derde bepaling 10.6% „

31.7

3 —————

Gemiddeld — 10.6% asch

van *Ranunculus*:

eerste bepaling 12.8% asch

tweede bepaling 12.8% „

derde bepaling 13.1% „

38.7

3 —————

Gemiddeld — 12.9% asch

van *Hydrocharis*:

eerste bepaling 24.39°/o asch

tweede bepaling ¹⁾ 24.76°/o „

49.15

Gemiddeld — $\frac{2}{2}$ 24.57°/o asch.

Eene afgewogene hoeveelheid asch werd met verdund zoutzuur behandeld, daarna in een waterbad tot droog verdampt (totdat er geen dampen van zoutzuur meer waar te nemen waren), vervolgens met eenige droppels zoutzuur bevochtigd, en met gedestilleerd water gedigereerd. De kool en het kiezelzuur, dat nu onopgelost bleef, werden op een, vooraf bij 100° C. gedroogd en gewogen, filtrum gebragt, uitgewasschen, gedroogd en gewogen. Vervolgens met een verdunde oplossing van potasch gekookt, weder op hetzelfde filtrum gebragt, uitgewasschen, enz. De hoeveelheden kool en zand, die op deze wijze bepaald werden, waren altijd zeer gering: bij *Callitriche* bijv. 0,36°/o der asch. Het in de verdunde potasch opgeloste kiezelzuur werd, voor contrôle, daaruit weder afgescheiden en bepaald; de uitkomsten sloten zeer goed.

Koolzuur en Chloor werden uit eene afzonderlijke hoeveelheid asch (ongeveer 1.5 gram) volgens de bekende methodes bepaald.

De zoutzure oplossing werd tot 200 C.C. gebragt, en met een pipet in drie deelen verdeeld: A en C ieder 50 C.C., B 100 C.C.

Uit A werden zwavelzuur en de alkaliën bepaald, uit B alle overige bestanddeelen. C werd voor contrôle en mogelijke ongelukken bewaard. De oplossing der alkaliën

¹⁾ De derde bepaling verongelukte.

werd met Platinchloride in overmaat op een waterbad tot droog verdampt, het residu met een mengsel van alcohol en aether behandeld. Bij de analyse van *Ranunculus* heb ik de Potasch-bepaling herhaald: het verschil in de gevondene hoeveelheden Kalium-platinchloride bedroeg nog geen twee milligram.

Het Phosphorzuur werd, deels als PhO_3 , F_3O_3 , deels als 2 ($\text{Ur}_2 \text{O}_3$), PhO_3 bepaald, volgens de methode, die door Leconte ¹⁾ aangegeven en later door A. Arendt en W. Knop ²⁾ nader onderzocht werd; een paar droppels Chloroform bij de vloeistof gevoegd (zoo als Fresenius: *Quant. Analyse* bl 160 aangeeft) maakten, dat het slijmachtige praecipitaat zich veel beter afzette en door decanteren kon uitgespoeld worden.

Mangaan kon ik in de asch van twee der planten slechts als sporen aantoonen; in die van *Hydrocharis* in het geheel niet. De overige bestanddeelen werden op de bekende wijze bepaald en berekend. Hiernevens mijne uitkomsten:

	<i>Hydrocharis.</i>	<i>Ranunculus.</i>	<i>Callitriche.</i>
KO	21.60	27.84	20.96
NaO	7.83	0.83	14.74
CaO	10.69	10.32	7.88
MgO	11.47	5.00	3.48
Fe_2O_3	6.44	7.70	4.46
Mn_3O_4	—	spoor	spoor
CO_2	7.86	8.51	10.89
PhO_3	8.07	12.72	5.88
SO_3	3.20	4.48	3.76
SiO_3	9.52	5.39	8.29
ClNa	13.30	17.46	19.64
Som	99.98	100.25	99.98

¹⁾ Jahresber. van Liebig en Kopp, 1853, S. 642.

²⁾ Chem. Centrbl. 1856, S. 769 en 1857, S. 177.

SPECTRAAL-ANALYTISCH ONDERZOEK der asch van *Callitriche*, *Hydrocharis* en *Ranunculus*. — Eengedeelte der asch werd met verdund zoutzuur ¹⁾ gedigereerd, en daarop aan een platinadraad in de vlam gebragt: De Soda- en Potasch-strepen waren zeer duidelijk, de Kalkstrepen daarentegen zwak; andere bestanddeelen konden in het geheel niet worden waargenomen.

Dr. H. C. Dibbits, die zich gedurende twee jaren met spectraal analytische proeven heeft bezig gehouden, bood mij aan een meer uitvoerig onderzoek van de asch in het werk te stellen, wat ik gaarne aannam. Zie hier de methode, die hij volgde, en de resultaten, die hij verkreeg. — Vooraf moet ik opmerken, dat de drie asch-soorten in alle opzigten hetzelfde resultaat opleverden.

De asch (van *Ranunculus* 3 gram., van de beide andere ongeveer 2 gram) werd met verdund zoutzuur gekookt, en daarna gefiltreerd. Bij het filtraat werden een paar droppels IJzerchloride gevoegd, ²⁾ vervolgens Ammoniak en *Acetas Sodae*. Na koking werd het praecipitaat gefiltreerd. Bij het filtraat werd Ammoniak en *Carbonas Ammoniae* gevoegd.

De aldus verkregene carbonaten der alkalische aarden werden met een weinig water uit gespoeld, gedroogd, en daarop naar de methode van Engelbach ³⁾ onder-

¹⁾ Alle reagentia, platinadraden, bekerglazen, enz. waren vooraf spectraal-analytisch onderzocht.

²⁾ Uit de analyses, zie vorige bladzijde, was gebleken, dat in de asch niet genoeg IJzer voorkwam om al het aanwezige Phosphorzuur te binden.

³⁾ De methode van Engelbach vindt men beschreven in de *Ann. der Chem. u. Pharm.* Bd. CXXIII, S. 255; en Dibbits, *De Spectraal-analyse*, bl. 194. Zij berust daarop, dat wanneer een mengsel,

zocht: de strepen α , β en γ van *Strontium* waren zeer duidelijk te zien, de andere strepen waren zwak; Baryt werd niet gevonden.

Vóór de behandeling naar de methode van Engelbach, vertoonden de carbonaten der alkalische aarden de strepen van Ca zeer sterk, die van Na en K zwak, terwijl die van Sr niet gezien werden.

De oplossing der alkaliën werd tot droog verdampt, het residu zacht gegloeid, met zwavelzuur bevochtigd en weder tot droog verdampt en zacht gegloeid; de door deze behandeling verkregene sulphaten werden vervolgens met een weinig alcohol verwarmd, de alcoholische oplossing werd afgefiltreerd en tot droog verdampt. In het residu werd in alle drie gevallen *Lithia* gevonden.

Vóór de verandering in sulphaten gaf de oplossing der alkaliën alleen de strepen van K. en Na.

Het resultaat van dit onderzoek is dus, dat in de asch van de planten, die ik onderzocht, sporen van *Lithia* en *Strontiaan* voorkomen, en dat Baryt in alle drie ontbreekt ¹⁾.

waarin veel koolzure kalk en weinig koolzure baryt en strontiaan voorkomen, in een toegedekten kroes gegloeid wordt, de baryt en strontiaan veel eerder kaustiek worden dan de kalk. Wanneer men het gegloeide mengsel met kokend water behandelt krijgt men de baryt en strontiaan in oplossing, terwijl het grootste deel van den kalk als carbonaat terugblijft.

¹⁾ Dat *Lithia* en *Strontiaan* in de asch der Waterplanten voorkomen kan ons niet verwonderen, daar beide stoffen in vele Nederlandsche wateren zijn aangetoond. (zie Dibbits, *De Spectraal-analyse*, bl. 210). Baryt werd in het Rijnwater niet gevonden, evenmin als Caesium of Rubidium. In het Maaswater werden echter sporen van Baryt aangewezen. (l. c. bl. 220).



III.

Over de anorganische bestanddeelen in de verschillende Waterplanten.

Wanneer men de voorstaande uitkomsten onderling en met die van de analyses van landplanten ¹⁾ vergelijkt, dan valt dadelijk in het oog:

1°. Dat de meeste waterplanten, ook die, welke zich geheel onder water ontwikkelen, zeer veel asch bij de verbranding achter laten, meer dan gewoonlijk de landplanten.

2°. Dat de verhouding van de onverbrandbare deelen onderling in de planten geheel anders is, dan in het water, waarin zij groeiden.

3°. Dat de planten, ook als zij in hetzelfde water groeijen, de minerale bestanddeelen in zeer verschillende verhoudingen kunnen bevatten.

In het volgende hoofdstuk, waar ik over de vraag, hoe de planten de anorganische bestanddeelen opnemen, wil behandelen, kom ik op deze drie punten terug; vooraf wensch ik bij de afzonderlijke bestanddeelen stil te staan.

¹⁾ Aschanalyses vindt men in groote getale in de *Jahresber.* van Liebig en Kopp, 1847 en vervolg.

ALKALIEN. ¹⁾ Wanneer men van de gevondene hoeveelheid Soda zooveel aftrekt als het aanwezige Chloor vereischt om Chloorsodium te vormen (en verschillende redenen geven regt hiertoe), dan vindt men dat alle zoetwaterplanten, voor zooverre hare asch onderzocht is, veel meer Potasch dan Soda bevatten, even als men dit bij de meeste landplanten gevonden heeft; in *Lemna*, *Nymphaea lutea*, (zoowel de jonge, als de oude bladeren) en *Arundo* vindt men dan in het geheel geen Soda, in *Ranunculus divaricatus* nog niet één procent der asch.

In de asch der zeeplanten vond Gödechens in twee gevallen meer Potasch dan Soda (in *Fucus digitatus* zelfs bijna driemaal zooveel); in de asch der andere *Fucus*-soorten werd meer Soda dan Potasch gevonden.

De uitkomsten van al deze analyses pleiten voor de stelling, dat de planten meer Potasch dan Soda opnemen. De verhouding toch van Soda tot Potasch is bijv. in het water, waarin *Lemna* groeide, als 8 : 1, in de plant komt in het geheel geen Soda voor; in het water, waarin *Trapa* gevonden werd, staat Potasch tot Soda bijna als 1 : 1, in de jonge plant als 8 : 1; in het water uit de Noordzee komt slechts 1 deel Chloorkalium tegen 76 d. Chloorsodium voor, in

¹⁾ Hoewel het eerst in lateren tijd gebleken is, dat de scheiding van Potasch en Soda, ook die met Platinchloride, meer bezwaren opleverde, en meer voorzorgen vereischte, dan men vroeger meende, en om die reden veel van de uitkomsten der vroegere analyses in de verhouding der alkaliën niet als volkomen juist mogen beschouwd worden, meen ik toch dat dit van die, welke in de tabellen voorkomen, niet kan gezegd worden. Alleen de analyses van *Fucus*, die reeds in 1845 werden uitgevoerd, zouden misschien eenig bezwaar kunnen opleveren, maar deze sluiten (als men No. 1 uitzondert) zoo goed met die, welke Witting in 1858 ondernam, dat men ook aan deze geen vertrouwen kan ontzeggen, te minder omdat zij onder leiding van Dr. Will werden gedaan.

de *Fucus*-soorten is deze verhouding een geheel andere.

KEUKENZOUT komt in de asch, ook van die planten, welke in hetzelfde water groeiden, in zeer verschillende hoeveelheden voor.

Opmerkelijk is het, dat Witting in eene plant, die in de zee gegroeid was, slechts 0.66 procent Chloorsodium vond, terwijl in de asch van *Nymphaea alba* 29.66 procent en in die van *Callitriche verna* 19.64 procent werd aangetroffen, niettegenstaande in het omgevende medium veel minder keukenzout in oplossing was.

De analyses van Gödechens geven een hooger procent Chloorsodium in de asch van *Fucus* dan die van Witting, maar toch minder dan 29 proc.

Waarschijnlijk moeten deze resultaten op rekening van de verschillende methodes van onderzoek gesteld worden, en als een gevolg van korter of langer spoelen met gedistilleerd water beschouwd worden. Vooral bij *Fucoiden* toch, levert het reinigen groote moeilijkheden op: zal men aan den eenen kant zeker zijn dat het aanhangende zeewater verwijderd is, dan loopt men aan den anderen kant gevaar om bestanddeelen uit de plant zelve te spoelen.

Dat men Chloorsodium en Chloorkalium voor het planteleven als volkomen negatief zou mogen beschouwen, meen ik te moeten ontkennen. Vooreerst toch plijdt het voorkomen van deze bestanddeelen in ruime hoeveelheid in de asch van eenige zoetwaterplanten er tegen, en vervolgens zijn er planten, die alleen aan de kust groeijen, of soms honderde uren daarvandaan, bij de Salinen worden gevonden, en dus bepaald keukenzout schijnen te behoeven. Te vergeefs zal men beproeven om *Fucus* in onze rivieren en *Ranunculus* in de zee te doen ontwikkelen.

KALK EN MAGNESIA. Beide bestanddeelen komen in zeer

verschillende hoeveelheden en verhoudingen voor, maar ontbreken in geen der onderzochte waterplanten.

Dat het groote kalkgehalte der asch van *Chara* als niet essentieel moet beschouwd worden, heb ik reeds vroeger opgemerkt; maar toch blijft het feit belangrijk, dat deze plant zooveel Kalk opneemt om deze later aan hare oppervlakte afzetten. De bijna volkomen gelijke hoeveelheden Kalk, die Schulz-Fleeth in deze planten uit verschillende wateren vond, is waarschijnlijk toevallig.

Zoowel bij *Nymphaea lutea*, als bij *Trapa natans* bevatten de oudere bladeren meer kalk dan de jongere; dat dit niet het gevolg kan zijn van uitspoeling der alkaliën is duidelijk, daar de bladeren, die zich geheel onder water bevinden, hieraan natuurlijk meer zijn bloot gesteld, dan die, welke op het water drijven; volgens de meening van sommigen is dit eenvoudig het gevolg van de verdamping, die aan de bovenvlakte ¹⁾ van de oudere bladeren kan plaats grijpen, maar meer waarschijnlijk moet de reden van dit verschil in de ontwikkeling van de deelen der plant gezocht worden. De epidermis bijv. is bij de jonge bladeren veel minder ontwikkeld dan bij de oudere.

Even als bij de meeste landplanten, is ook bij de waterplanten de *Magnesia* meestal ondergeschikt aan den Kalk. Vroeger meende men dat de *Magnesia* voor het planteleven geen bijzondere beteekenis had, en dat zij voor een deel den Kalk kon vervangen, en door dezen vervangen worden; latere onderzoekingen hebben deze meening echter volkomen tegengesproken.

Twee van de onderzochte waterplanten: *Stratiotes* en

¹⁾ De waterplanten hebben, in tegenstelling van de landplanten, de meeste stomata aan de bovenvlakte van het blad.

Hydrocharis, bevatten meer Magnesia dan Kalk, niettegenstaande in het water, waarin de eerste groeide, (zie Tabel I, N°. 18) 4.5 maal meer Kalk dan Magnesia voorkwam.

Een derde plant, de *Elodea Canadensis*, die tot dezelfde natuurlijke familie behoort, bevat daarentegen zeer veel Kalk en weinig Magnesia, zoodat men niet kan zeggen dat de Hydrocharidaceën aan de praesentie van Magnesia gebonden zijn.

IJZEROXYDE EN MANGAANOXYDUL-OXYDE. IJzer en Mangaan, die elkander bijna overal vergezellen, komen ook te zamen in de planten voor. Mangaan echter meestal in zoo geringe hoeveelheid, dat het in kleine hoeveelheden asch, of in het geheel niet, of slechts als sporen is aan te toonen. Beide bestanddeelen komen in de planten ongetwijfeld als oxydulzouten voor, daar de hoofdregel in het planteleven desoxydatie is.

Uit de proeven van Salm-Horstmar ¹⁾ is gebleken, dat gebrek aan IJzer de planten bleek en zwak maakt, dat te veel IJzer vlekken op de bladeren veroorzaakt, te veel Mangaan een vreemde schroefvormige draaijng der bladeren bewerkt. Maar welke rol het IJzer eigenlijk in het plantenrijk speelt, is voor als nog onbekend. Volgens Verdeil zou IJzer in het Chlorophyll voorkomen, maar vroegere onderzoekingen hadden dit reeds weerlegd.

In sommige waterplanten, als: *Stratiotes*, *Nymphaea*, enz. is zeer weinig IJzer gevonden, in andere: *Elodea*, *Ranunculus*, enz., vrij veel. In *Hottonia* vond Schulz-Fleeth 1,75 % Mangaanoxydul-oxyde.

Bijzonder belangrijk zijn ten opzichte van IJzer en

¹⁾ Erdmann, Journ. f. prakt. Chem. Bd. XLVI, s. 198.

Mangaan de analyses van *Trapa natans*; Gorub-Besanez vond in de asch van:

	Fe_2O_3 .	Mn_2O_4 .
Bladeren, in Mei verzameld.	28.59%	7.81%
(nog onder water.)		
Bladeren, in Junij verzameld.	21.12	13.27.
(drijvende.)		
Vruchtschalen	68.60	9.64.
Water	1.12	0.15. ¹⁾

De Redactie van het *Chem. Centrbl.*, die de verhandeling van Gorub-Besanez over dit onderwerp overnam, maakte de opmerking, dat de zich onder water bevindende deelen van *Trapa natans* dikwijls geheel zwart zijn door aanhangend zwavelijzer, en meende dat hieraan het groote IJzeren Mangaan-gehalte der asch moest worden toegeschreven. ²⁾

Om deze aanmerking te weerleggen, heeft Gorub-Besanez de analyses laten herhalen, en de planten vooraf met de grootste zorg laten reinigen. Door de uitkomsten van deze analyses is uitgemaakt, dat in de onderzochte planten werkelijk een buitengewoon groot IJzer- en Mangaan-gehalte voorkwam; maar toch meen ik, en uit de methode, en uit de resultaten der analyses, te mogen besluiten, dat beide bestanddeelen te hoog zijn aangegeven; ik geloof nl. dat de planten *al te goed* gereinigd werden, en dat door die behandeling veel van andere bestanddeelen is uitgespoeld ³⁾. Reeds het geringe gehalte aan keukenzout en koolzure alkaliën, en het groote gehalte aan kiezelzuur,

¹⁾ Deze analyse zijn omgerekend, (zie vroeger).

²⁾ Chem. Centrbl. 1856, S. 894.

³⁾ Zie over het uitspoelen van plantedeelen door water: Mulder, *Scheikunde der bouwbare aarde*, D. III, bl. 203.

dat de uitkomsten van deze analyses kenmerkt, wijzen hierop; de volkomene afwezigheid van phosphaten, vooral in de vrucht, maakt dit bijna zeker. Zonder phosphaten geen eiwit, en zonder eiwitstoffen geen plant.

Maar ook al is het IJzer- en Mangaan-gehalte der plant een weinig te hoog aangegeven, blijft het feit belangrijk, dat *Trapa natans* zooveel van, overigens slechts in geringe hoeveelheden in de planten voorkomende, stoffen heeft opgenomen uit een medium, waarin betrekkelijk weinig daarvan voorkwam. En te meer, omdat door de negatieve uitkomst van de poging om deze plant in andere wateren (ook zeer in de nabijheid van hare vindplaats) te doen groeijen, door Klinck-sieck¹⁾ in het werk gesteld, zeer waarschijnlijk is geworden, dat *Trapa natans* voor hare goede ontwikkeling zeer veel IJzer of Mangaan, of beide behoeft. ²⁾

Mogelijk moet het verdwijnen dezer plant uit de Nederlandsche wateren (zie noot bl. 16.) aan gebrek aan Mangaan worden toegeschreven.

KOOLZUUR. Fourcroy en Vauquelin meenden dat in de planten geen carbonaten, en met name geen koolzure kalk, konden voorkomen, en dat dus het geheele koolzuur-gehalte der asch op rekening van de organische stoffen, die bij de verbranding ontleed worden, moest gesteld worden. Andere onderzoekingen ³⁾ echter hebben deze

¹⁾ Assistent aan het Laboratorium te Erlangen. Poggendorf's Annalen, Bd. LXXXIV, S. 221.

²⁾ Een nader onderzoek van deze plant zou zeer belangrijk zijn. *Met de toezending van eenige zaden van Trapa natans zal men mij zeer verpligten!*

³⁾ Zie o. a. Payen en Mayen, Annales de Chim. et de Phys. 3e Ser., T. XLI, p. 164.

meening weerlegd; ook de analyses van Chara pleiten hiertegen.

Van de temperatuur, die bij de verbranding der plantedeelen wordt aangewend, en van de aanwezigheid van meer of minder door hitte gemakkelijk ontleed wordende carbonaten, hangt het af, in hoeverre de asch kaustiek zal zijn. Wanneer dus het koolzuur, zooals gewoonlijk geschiedt, niet berekend, maar volgens de een of andere methode direct bepaald wordt, dan kunnen de uitkomsten der analyses, wat dit bestanddeel betreft, niet vergelijkbaar zijn. Bovendien hebben de proeven van Schulz-Fleeth (waarvan ik er een op bl. 15 vermeld heb) voldoende uitgemaakt, dat men door het onderzoek der asch niet kan komen tot de kennis welke bazen in de plant met organische zuren verbonden voorkomen; en dat het niet waar is, wat Liebig beweert: „Ces sels, on les retrouve dans les cendres sous forme de carbonates, dont la quantité est facile à déterminer”. ¹⁾

Bisdon gaf reeds aan (zie bl. 16), dat een gedeelte van den kalk in de asch van *Elodea* in bijtenden toestand voorkwam; mijne pogingen om de verschillende bazen en zuren, die in de asch der verschillende waterplanten gevonden waren, zoodanig met elkander te vereenigen als men zich de verbindingen in mengels pleegt voor te stellen, hebben mij doen zien, dat, ook bij de meest gunstige verhouding, een gedeelte der bazen onverbonden in de asch voorkwam, en dat dit in het bijzonder het geval was bij aanwezigheid van veel *Magnesia*.

¹⁾ *Traité de Chim. Organ. par M. Justus Liebig, traduit sur les Manuscrits de l'auteur par M. Charles Gerhardt. Introduction p. LXV.*

PHOSPHORZUUR Nog steeds bestaat er strijd over de vraag, of de Phosphorus in de eiwitligchamen nog in een anderen vorm dan als Phosphorzuur (als zoogen. organische Phosphorus) voorkomt of niet: Norton en Voelker namen deze aan in Legumine, Mulder in Kippe-eiwit en Fibrine, Voelker in Caseine; Liebig daarentegen ontkent ze in elk geval. Het feit echter, dat in sommige eiwitstoffen na behandeling met Salpeterzuur meer Phosphorzuur kan aangetoond worden, dan na overigens dezelfde behandeling met Chloorwaterstofzuur, kan niet door een bloote ontkenning weerlegd worden.

De hoeveelheid organische Phosphorus is intusschen altijd zeer gering bevonden, en zonder groote fout te maken kan men aannemen, dat al het gevondene Phosphorzuur als zoodanig in de waterplanten voorkwam.

Daar het is uitgemaakt, dat de eiwitligchamen de Phosphaten chemisch binden, kan men zeggen, dat althans het Phosphorzuur onder de anorganische stoffen der planten essentieel is.

Boussingault ¹⁾ en later Mayer ²⁾ hebben een tal van proeven in het werk gesteld om aan te toonen, dat er een bepaalde verhouding tusschen de hoeveelheid eiwitstof en phosphaten in de plant bestaat — Bij zulke onderzoeken moet men echter een onderscheid maken tusschen de verschillende deelen van een plant. Analyseert men namelijk een geheele plant, of bladeren en stengels, dan is men volstrekt niet zeker dat al het gevondene Phosphorzuur, in die deelen, reeds met eiwit verbonden voorkomt; het is zeer wel mogelijk, dat een gedeelte nog ongebonden

¹⁾ Economie rurale, II, p. 352.

²⁾ Annal. der Chem. u. Pharm., Bd. CI, S. 129.

voorhanden is, om eerst later, vooral bij de vruchtvorming, vastgelegd te worden. ¹⁾

Corenwinder ²⁾ kon wanneer hij de planten in kokend water gedompeld had, daaruit met koud water niet meer (zoo als voor die behandeling) eiwitligchamen en phosphaten in oplossing verkrijgen, en besloot daaruit: dat alle phosphaten, in elk deel der plant, als door het eiwit chemisch gebonden moeten gedacht worden; waarschijnlijk komt echter bij deze proef een mechanisch insluiten in het spel.

De hoeveelheden phosphoszuur, die in de asch der waterplanten gevonden werden, zijn zeer onderscheiden. Het voorkomen van dit bestanddeel in de waterplanten (in sommige in belangrijke hoeveelheden) is echter een nieuw bewijs, dat de planten in 't algemeen datgene, wat voor hare goede ontwikkeling onmisbaar is, ook daar kunnen verzamelen, waar het slechts in geringe hoeveelheid voorkomt.

Schulz-Fleeth vond in het water, waarin de meeste planten, die hij onderzocht, gegroeid waren, 0.37% Ph O₃. In de analyse van het water, waarin *Trapa* gevonden werd, is Phosphoszuur niet aangegeven; zooals in de meeste analyses van natuurlijke wateren, omdat het alleen bij verdamping van groote hoeveelheden water is aan te toonen. De uitkomsten der analyses van *Fucus*-soorten bewijzen dat ook in het zeewater Phosphoszuur moet voorkomen. Corenwinder ³⁾ kon het echter noch daarin, noch in den ketelsteen van een stoomboot, die met water uit de Noordzee gevoed was, aantoonen.

¹⁾ Zie hierover E. Wolff, Mittheilungen aus Hohenheim, 4e Heft 1858, S. 8.

²⁾ Annalen der Chem. u. Phys., Bd. LX, S. 105.

³⁾ Jahresberichte, Liebig u. Kopp, 1850, S. 621.

ZWAVELZUUR. De eiwitligchamen zijn zonder uitzondering zwavelhoudend. In welken vorm de Zwavel daarin voorkomt is niet uitgemaakt, maar zij bevatten *zwavel*, en deze kunnen de planten nergens anders van bekomen, dan van de sulphaten, die in den bodem, of in het water, waarin zij groeijen, zich bevinden. ¹⁾

Het Zwavelzuur, dat men in de asch vindt, is de som van hetgeen als zoodanig (met bazes verbonden) in de plant voorkomt en de hoeveelheid, die bij de verbranding uit de Zwavel der eiwitstoffen ontstaan is, minus het verlies, dat bij de verbranding heeft plaats gevonden. ²⁾ De gevondene hoeveelheden zijn om die reden niet vergelijkbaar. In de natuurlijke wateren komen altijd genoeg Sulphaten voor, om er de planten geen gebrek aan te doen hebben.

In de Fucus-soorten is bijzonder veel Zwavelzuur gevonden, en dat dit niet grootendeels van de eiwitligchamen afkomstig kan zijn, blijkt uit het onderzoek van Witting ³⁾ naar de organische bestanddeelen van *Fucus saccharinus*.

Tot dusverre kan men geen dienst van de Sulphaten voor de plant met zekerheid aangeven, dan die, om de

¹⁾ Zwavelwaterstof (dat bij de ontleding van sommige organische stoffen ontstaat) wordt in de natuurlijke wateren slechts zelden aangetroffen. Bij aanwezigheid van water en lucht wordt het zeer spoedig ontleed.

Regenwater geeft geen verkleuring met loodzouten (Rochleder, *Phytochemie*, S. 316).

Andere proeven hebben uitgemaakt dat zwavelwaterstof, ook als het in geringe hoeveelheid in de lucht voorkomt, de planten doodt. Volgens Boussingault en Lewy komt in de lucht van den bodem geen spoor zwavelwaterstof voor, hoewel men het daar eerder zou verwachten, dan in de atmosfeer.

²⁾ Wanneer de planten niet goed gedroogd zijn, vindt men in de asch ook zwavelverbindingen (Witting, l. c.).

³⁾ Erdmann, *Journ. f. prakt. Chem.*, Bd. LXXIII, S. 144.

Zwavel aan de eiwitligchamen te leveren; de Sulphaten, die als zoodanig in de planten voorkomen, worden gewoonlijk op een lijn geplaatst met het keukenzout. Is dit zoo, dan rijst de vraag op, waarom de zeeplanten zooveel Sulphaten bevatten, niet tegenstaande deze in veel geringere hoeveelheid in het zeewater voorkomen, dan Chloruren.

KIEZELZUUR. Er zijn eenige plantenfamilies (Gramineae, Cyperaceae, en in 't algemeen de Monocotyledonen), die bijzonder rijk zijn aan dit bestanddeel; de analyses van Scirpus en Arundo hebben dit wederom bevestigd. — Davy maakte de ontdekking, dat het Kiezelsuur in die planten, welke er zeer rijk aan zijn, dikwijls in de epidermis-cellen, als kwartskiezelsuur, in den vorm van kristallen is afgezet. — In de natuurlijke wateren komt het Kiezelsure gedeeltelijk als Silicaat der alkalien, gedeeltelijk als c. Kiezelsuur, in vrijen toestand voor. De planten bezitten dus het vermogen om het Kiezelsuur bij de gewoone temperatuur in een anderen toestand over te voeren, wat door de kunst slechts door hooger temperatuur kan geschieden.

In de overige waterplanten komt het Kiezelsuur in zeer verschillende hoeveelheden voor, en in den toestand, dat het in koolzure alkaliën gemakkelijk oplosbaar is. Tot dusverre kan men met zekerheid geen andere dienst van het Kiezelsuur voor de plant aangeven, dan die, om stevigheid aan hare organen te verschaffen. Maar wanneer in geheele planten-families (onder welke omstandigheden deze ook gegroeid zijn) altijd zulk een groote hoeveelheid van dit bestanddeel gevonden wordt, dan mag men aannemen, dat, althans voor die planten, aan het Kiezelsuur een hoogere beteekenis moet toegekend worden.

In de oudere bladeren van *Trapa* vond *Gorub-Besanez*

minder Kiezelzuur, dan in de jongere, wat met den algemeensten regel in strijd is; in de eerste kwam echter meer Kalk voor, dan in de laatste.

JODIUM EN BROMIUM. De onderzoekingen van lateren tijd hebben geleerd, dat deze beide stoffen in zeer kleine hoeveelheden in de natuur zeer verbreid zijn. Marchand ¹⁾ vond beide in bijna alle natuurlijke wateren, Chatin ²⁾ toonde Jodium in vele zoetwaterplanten aan (meer in de planten, welke in stroomend water groeiden, dan in die, welke in stilstaand water gevonden waren); Mène ³⁾ bevestigde dit en vond er bovendien Bromium in.

Het Jood- en Broom-gehalte der zoetwaterplanten is echter zeer gering, van meer belang, althans wat de kwantiteit betreft, zijn deze bestanddeelen in de zeeplanten. Ook hier treden de planten wederom als verzamelaarsters op; terwijl in het zeewater slechts een spoor Jodium en Bromium is te vinden, komt dit in de asch der zeeplanten niet zelden in vrij belangrijke hoeveelheden voor: Gödechens vond bijv. in *Fucus digitatus* 3,33% Jodium, Marsson ⁴⁾ in de asch van *Fucus vesiculosus* 0,68% Bromium en 0,03 Jodium. In hoeverre de planten genoemde stoffen voor hare ontwikkeling behoeven, is moeilijk uit te maken; tot dusverre kent men geen enkele organische stof in het plantenrijk, die Jood of Broom als bestanddeel bevat.

FLUORIUM EN ANDERE BESTANDDEELEN. Sporen van Fluorium ontbreken waarschijnlijk in geen enkele plant; men heeft Fluorium in de tanden en beenderen van dieren gevonden,

¹⁾ Journ. de Pharm., 3e Ser., XVII, p. 356.

²⁾ Comptes Rendus, XXX, p. 353 et p. 475.

³⁾ Pharm Centrbl., 1850, a. 477.

⁴⁾ Archiv de Pharm., LXVI, p. 281.

en de dieren moeten dit bestanddeel aan het plantenrijk ontleend hebben. — Alleen in groote hoeveelheden asch heeft men het echter kunnen aantoonen. Nickles ¹⁾ vond in eenige ketelsteen (zoowel van zoet- als van zoutwater) minime hoeveelheden Fluorium; in de waterplanten zal het dus ook wel niet volkomen ontbreken.

Malaguti, Durocher en Sarzeaud ²⁾, die uitvoerige onderzoekingen over het voorkomen van Zilver en andere metalen in het zeewater hebben in het werk gesteld, vonden sporen van deze metalen in de asch van verschillende Fucus-soorten; in *Fucus serratus* en *F. Ceramoides* 1 milligr. Zilver op 100 gram asch; in een mengsel van verschillende Fucus-soorten bijna één vijftig duizendste aan Lood, en hoeveelheden Koper, welke niet weegbaar waren.

¹⁾ Annal. de Chim. et de Phys., Vol. LIII, p. 433.

²⁾ Annal. de Chim. et de Phys., Vol. XXVIII, p. 129.



IV.

Over de verscheidenheid der anorganische bestanddeelen in verschillende planten.

Reeds lang was het bekend, en uit het onderzoek der waterplanten is het op nieuw gebleken, dat verschillende soorten van planten, die in de onmiddellijke nabijheid van elkander groeijen, veel verschil in hare anorganische bestanddeelen kunnen opleveren.

Dat dit verschijnsel niet aan een kiezen door de planten kan worden toegeschreven, ligt voor de hand; had de plant het vermogen om te kiezen, dan zou zij in de eerste plaats die stoffen, welke voor haar bestaan schadelijk zijn, terugwijzen. John vond echter, dat Erwtten en Zonnebloemen, wanneer zij met eene oplossing van salpeterzuur koperoxyd begoten werden, dit zout opnamen, en eene asch gaven, die rijk aan koper was; dat een Populier, in wiens nabijheid een koperoplossing gestord was, afstierf, en dat de takken koper bevatten ¹⁾. In de asch van verschillende planten, die met oplossingen van zink-, ijzer- en koper-vitriool, en loodsuiker be-

¹⁾ *Thoms. Ann.*, XVIII, 77.

goten waren, trof Hopff de metalen aan ¹⁾. Marceet vond hetzelfde van Arsenicum bij Phaseolus vulgaris ²⁾. Planten, die met Cyaanwaterstofzuur begoten waren, stierven af, en in hare bladeren kon Blaauwzuur aangetoond worden ³⁾; enz.

De planten kiezen dus niet, en als wij bij Berzelius lezen ⁴⁾: „De stoffen, waaruit de asch gevormd is, nemen de planten met een soort van voorkeur uit de aarde op,” dan kan dit niet anders, dan in overdragtelijken zin worden opgevat; terwijl de meening van Liebig „Sie (die Pflanze) wählt aus, was sie bedarf” ⁵⁾, als onjuist moet beschouwd worden ⁶⁾.

Er moet dus een andere oorzaak voor dit verschil in anorganische bestanddeelen bestaan. Daar de worteleinden der plant uit cellen, dat is, uit geslotene membranen, bestaan, is de opname van stof in vasten vorm (ook in de fijnste verdeeling) onmogelijk. Alle minerale bestanddeelen moeten in oplossing, op endosmotischen weg, in de plant treden. ⁷⁾

Uit proeven nu, met verschillende soorten van vliezen (vooral dierlijke) genomen, is het gebleken, dat onderscheidene membranen de eene stof sneller doorlaten dan de andere; en hiervan uitgaande, heeft men gemeend, dat het verschil in anorganische bestanddeelen van de planten

¹⁾ Kastn., Arch., XV, 331.

²⁾ Rochleder, *Chemie u. Physiol. der Pflanzen*, S. 125.

³⁾ Becker en Wiegmann: Kastn. Arch., IV, 415.

⁴⁾ Leerboek der Scheikunde, Holl. vert., D. V, bl. 368.

⁵⁾ Chem. Briefe, 1859, Bd. II, S. 272.

⁶⁾ Om de *Motus Plantarum* te verklaren, nam men vroeger aan, dat de planten een *ziel* hadden!

⁷⁾ Zie: Mulder, *De bouwbare aarde*, III bl. 170.

aan een verschil in chemische en physische eigenschappen van de wanden der cellen, waardoor zij deze opnemen, moest toegeschreven worden ¹⁾.

Deze theorie levert echter groote bezwaren op. In de eerste plaats neemt zij een zeer groot aantal chemisch en physisch verschillende planten-membranen aan, waarvan het bestaan verre van bewezen is; ten tweede gaat zij uit van proeven, die volstrekt niet bewijzen, wat men 'er uit heeft afgeleid. Een dierlijke blaas en een kautschuk-huidje verschillen, in alle opzigten, zeker veel meer, dan men mag aannemen, dat de planten-membranen onderling doen; terwijl de vloeistoffen, die men gebruikte: water en alcohol, een veel grooter osmotisch verschil zullen opleveren, dan de zeer verdunde zoutoplossingen, die de wortels der planten omgeven. Zelfs de proef met een *Caulerpa*-vlies, door Schacht ²⁾ gedaan, bewijst niets voor de anorganische bestanddeelen, omdat zij met suikeroplossing en alcohol in het werk is gesteld.

Vervolgens zou men, wanneer men deze theorie doorvoert, aan de plantecel het vermogen moeten toekennen om van alle zouten in eene oplossing, waardoor zij omgeven is, een zekere hoeveelheid (van het eene bestanddeel meer, van het andere minder), tegen te houden; aangezien uit de proeven van de Saussure ³⁾, Schlossberger ⁴⁾ en Herth ⁵⁾ gebleken is, dat alle planten, wier bladeren

¹⁾ Zie o. a. Fromberg, *Physiol.-Chem. Verh.* over de bestandd. der planten in verband met het plantaardige leven, Utrecht, Bol-laan, 1847, bl. 20.

²⁾ *Pflanzencelle*, S. 348.

³⁾ *Recherches sur la végétation*, pag. 48.

⁴⁾ *Annal. der Chem. u. Pharm.*, LXXXI, S. 172.

⁵⁾ *Annal. der Chem. u. Pharm.*, LXXXIX, S. 338.

boven de oppervlakte van het water komen, zelfs uit een zeer verdunde oplossing, een aan zouten nog armere vloeistof opnemen. Eene zoutoplossing toch, waarin zij planten lieten groeijen, werd hoe langer hoe geconcentreerder.

Eindelijk is deze theorie niet in staat om het feit te verklaren, dat een Roos, als zij op een Doorn geënt is, den Doorn dwingt andere onverbrandbare deelen uit den bodem op te nemen, dan hij vroeger deed.

Door dit feit kan deze theorie zelfs voor gevallen verklaard worden.

Voor eenige weinige jaren is door Schultz-Fleeth een nieuwe theorie over het opnemen van anorganische bestanddeelen door de planten opgesteld ¹⁾, welke door de aschanalyses van de waterplanten, en vooral van die planten, welke zich geheel onder de oppervlakte van het water ontwikkelen, een grooten steun verkregen heeft.

Vroeger toch meende men, dat er een onderscheid moest gemaakt worden tusschen de ontwikkeling van de plantae submersae en de landplanten, daar deze laatste (en ook min of meer die waterplanten, wier bladeren en bloemen aan de oppervlakte komen) met het water, hetwelk zij in groote hoeveelheid door verschillende organen, maar vooral door de bladeren verdampen, uit den bodem de zouten, die daarin in oplossing voorkomen, moesten opnemen. De anorganische bestanddeelen zouden dan, meende men, na de verdamping van het water, in de plant, en vooral in die deelen, waar de verdamping het sterkste is, grootendeels als zoodanig opgehoopt worden; terwijl de ondergedokene waterplanten (waarbij van verdamping geen

¹⁾ Poggendorff, Annal. der Phys. u. Chem., Bd. LXXXVIII S. 177.

sprake kan zijn) eene veel geringere hoeveelheid, en veel minder zoogenaamde accidentele, anorganische bestanddeelen moesten bevatten.

Wanneer men echter de uitkomsten der aschanalyses van waterplanten onderling, en met die van landplanten vergelijkt, dan ziet men terstond, dat er niet zulk een verschil in onverbrandbare deelen, noch tusschen de onderscheidene soorten van waterplanten onderling, noch tusschen deze en de landplanten, bestaat. En wat het andere punt betreft, zoo blijkt uit de aschbepalingen, dat die planten, welke onder de oppervlakte van het water groeiden, niet minder (de meeste zelfs meer) asch bij de verbranding achterlaten, dan de landplanten en de overige waterplanten.

Schulz-Fleeth ging van de volgende beschouwing uit: denken wij ons, zegt hij, een enkele cel, eenvoudigheds-halve met zuiver water gevuld, en brengen wij deze in een verdunde zoutoplossing, zoo als wij die in den bodem, of in de natuurlijke wateren vinden. In dat geval zal er, volgens de bekende wetten, terstond een osmotisch proces aanvangen; de vloeistof in de cel zal in evenwigt trachten te komen met de vloeistof daar buiten. Zouten uit de omgevende oplossing zullen naar binnen dringen, en wel zoolang, totdat (na korteren of langeren tijd, afhangende van de toestand van het celvliesje) de oplossing in en buiten de cel even geconcentreerd is; dan zal er wederom volkomen rust zijn.

Stelt men zich nu verder voor, dat in dien toestand van evenwigt, door eenige oorzaak, welke dan ook, in de cel het een of ander zout, bijv. koolzure kalk, uit de oplossing wordt afgescheiden, dan zal, omdat daardoor het evenwigt

tusschen den inhoud van de cel en de vloeistof daar buiten wederom verstoord is, op nieuw endosmose plaats grijpen, en dit proces zal eerst dan ophouden, als er weder even zooveel koolzure kalk in de cel getreden is, als er was afgezet. (Het verlies dat ook de omringende vloeistof door dit afzetten aan koolzuren kalk geleden heeft, als zijnde zeer klein, buiten rekening latende.) Hetzelfde zal natuurlijk plaats hebben voor ieder ander bestanddeel, dat in de cel wordt vastgelegd. Ook al liet de celwand keukenzout bijv. tienmaal gemakkelijker door, dan eenig ander bestanddeel, dan zal toch niets daarvan kunnen intreden als het niet aan de oplossing in de cel ontbreekt. Alleen dat bestanddeel, dat aan de oplossing in de cel onttrokken is, zal weder worden opgenomen.

Keert men vervolgens de zaak om, en stelt men eens, dat er in plaats van het een of andere zout, *water* aan de oplossing in de cel onttrokken wordt, dan zal natuurlijk van de omgevende vloeistof ook niets anders dan *water* in de cel kunnen dringen; terwijl alle zouten, zonder uitzondering, zullen buitengesloten blijven. (Het waterverlies voor de omgevende vloeistof ook hier, als oneindig klein, buiten rekening latende.)

Bevat echter de cel, zoo als steeds in natuurlijke toestand, geen zuiver water, maar eene oplossing van organische en anorganische stoffen, dan zal in de hoofdzaak hetzelfde moeten plaats grijpen. Bij proeven met dierlijke vliezen heeft men wel is waar gezien, dat ook organische stoffen, bijv. suiker en eiwit, in het omgevende water overgaan, maar in de levende plant schijnt deze verhouding anders te zijn. Volkomen gemis aan uitwisseling van organische stoffen tusschen wortel en bodem, kan er zeker niet bestaan, maar van de z.g. plante-

excrementen, waarover vroeger zooveel gehandeld is, heeft men met zekerheid nooit iets gevonden ¹⁾).

Breidt men de voorstelling van Schulz-Fleeth uit, en stelt men zich in plaats van ééne cel, een reeks van cellen, boven en naast elkander, voor, dan krijgt men een beeld, hoe volgens hem de anorganische bestanddeelen in de plant treden. Alle cellen toch, ook van die plante-deelen, welke boven het water, of boven den bodem verkeeren, staan tot elkander in dezelfde verhouding, als de cellen, waardoor de anorganische stoffen worden opgenomen, tot de omgevende vloeistof: het bodem- of rivier-water ²⁾).

De theorie van Schulz-Fleeth verklaart verschillende feiten zeer gemakkelijk: als van zelf volgt er uit, dat van *alle* anorganische bestanddeelen, die in het bodem- of rivier-water in oplossing voorkomen, eene zekere hoeveelheid in alle planten, die daarin groeijen, moet gevonden worden (zoo als alle analyses geleerd hebben); dat de planten ook zelfs die stoffen, welke voor haar bestaan nadeelig zijn, moeten opnemen, wanneer deze in oplossing worden aangeboden (zie bl. 39); dat zij van sommige stoffen, die in *ruime* mate in den bodem voorkomen, zeer *weinig*, van

¹⁾ Zie: Braconnet, Annales de Chim. et Phys., Tom LXXII, p. 27.

De proeven van Macaire (De Candolle, *Physiologie végétale*, Tome I, p. 249) kunnen niet als bewijs worden aangevoerd. Planten, (zoo als: *Chondrilla muralis*, *Faba*, etc.) die langen tijd in aarde gegroeid hadden en daarop eensklaps in water werden overgebracht, moeten noodzakelijk in een zeer abnormalen toestand verkeeren.

Alleen door proeven met Waterplanten kan deze kwestie *zuiver* worden uitgemaakt.

²⁾ De buitenste cellen van de opperhuid uitgezonderd, daar deze slechts aan ééne zijde met de voedende vloeistof in aanraking zijn.

andere daarentegen, die slechts in geringe hoeveelheden daarin aangetroffen worden, zeer *veel* kunnen bevatten.

Ook de proeven van de Saussure en anderen (zie bl. 41) worden er zeer goed door verklaard. Wanneer de planten betrekkelijk meer water verdampen, dan van de zouten, die daarin opgelost zijn, binden, dan zal de omgevende vloeistof hoe lang zoo meer geconcentreerd moeten worden. Planten, die zich geheel onder de oppervlakte van het water ontwikkelen, zullen daarentegen het water, waarin zij groeijen, armer aan zouten moeten maken.

Door aan de verdamping de rol van *primum agens* voor het intreden van anorganische stoffen in de plant te ontnemen, wordt het begrijpelijk, dat de plantae submersae zich even goed kunnen ontwikkelen, als de landplanten, en dat die evenveel en meer onverbrandbare deelen kunnen bevatten, dan de planten, welke veel water verdampen ¹⁾.

Juist toen ik het voorgaande geschreven had, ontving ik de eerste aflevering van een boek, getiteld: *Die Ernährung der Pflanzen*, von Dr. Wilhelm Schumacher ²⁾.

De schrijver vermeldt in dat werk een reeks van proe-

¹⁾ Toch blijft de verdamping voor de landplanten van het grootste belang. Wordt in de cellen der waterplanten eenige stof vastgelegd, dan kan dat bestanddeel, vooral in stroomend water, door de wortels terstond weer worden opgenomen; bij de landplanten is dit echter niet zoo gemakkelijk: door de aarde is de vrije beweging van het water belemmerd, de diffusie bemoeijelijkt, en de verdamping komt hier krachtig te hulp. Daar het water steeds in grootere hoeveelheid verbruikt wordt, dan de zouten, die daarin voorkomen, kunnen de landplanten genoegzaam anorganisch voedsel bekomen.

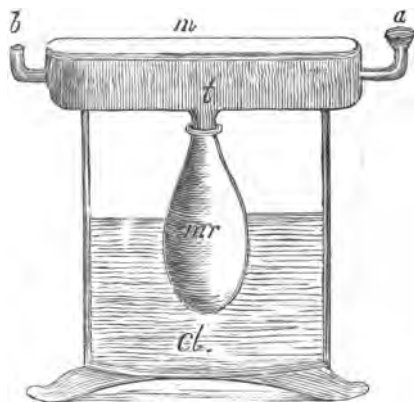
Uit andere proeven is bovendien gebleken, dat een zout gemakkelijker (dat is sneller) osmotiseert, wanneer tevens water wordt overgevoerd.

²⁾ Berlin. Georg Ferdinand Otto Müller's Verlag, 1864.

ven over Osmose, door hem zelf in het werk gesteld, waarvan ik eenige resultaten hier wil mededeelen, omdat zij nieuwe bewijzen zijn voor de theorie over het opnemen der anorganische stoffen door de planten, welke ik, steunende op het onderzoek der Waterplanten, meende te moeten verdedigen.

Schumacher stelde zijne proeven in het werk met zakvormige vliezen van Nitrocellulose ¹⁾, en zeker is er geen stof, die meer met den wand, vooral van jeugdige, cellen overeenkomt, dan deze.

De toestel, dien hij voor deze proeven gebruikte, is zeer eenvoudig. Onderstaande afbeelding zal de inrigting volkomen duidelijk maken ²⁾.



¹⁾ Deze zakvormige vliezen verkreeg hij op de volgende wijze: Een reageerbuisje werd gevuld met Collodion, en spoedig weder geledigd. Wat aan de wanden van het buisje bleef hangen werd, door draaijen, gelijkmatig verdeeld en vervolgens gedroogd. Wanneer de vliezen goed droog waren, kon men ze gemakkelijk in hun geheel uit het buisje nemen. Zij werden herhaaldelijk met water uitgespoeld, en onder water bewaard.

²⁾ $\frac{1}{2}$ der natuurlijke grootte, l. c., S. 62.

v is een vat uit vertind ijzerblik, voorzien van een buisje (*t*), waaraan een zakvormig collodionvlies (*mr*) (zie noot, vorige bladzijde) bevestigd is; de trechter (*a*) dient om den toestel te vullen, de buis (*b*) om de lucht bij het vullen te laten uittreden, — gedurende de proef zijn beide met kurkjes gesloten; het vat (*v*) is boven met een collodionhuid (*m*) gedekt. *cl* is een cylinder van glas, waarop de verdampingstoestel zoodanig geplaatst is, dat het collodionzakje ruim halverwege in de vloeistof hangt, en de verdamping in den cylinder zelf onmogelijk gemaakt is. Het vat (*v*) en het zakje (*mr*) werden met eene zoutoplossing geheel gevuld, de cylinder (*cl*) ongeveer voor drie vierde. De verdamping heeft plaats door het vlies (*m*).

Schumacher kwam tot de volgende resultaten:

Bevatte het verdampingsvat (*v*) en de cylinder (*cl*) even geconcentreerde zoutoplossingen, dan verdampte door het vlies (*m*) water, waardoor de oplossing in *mr* meer geconcentreerd werd en water uit de oplossing in den cylinder opnam, waardoor de zout-solutie in *cl* ook geconcentreerder werd. Tengevolge hiervan ging ook zout uit den cylinder in het collodionzakje over. Ten slotte kon hij op die wijze, de geheele oplossing uit den cylinder in het collodionzakje laten treden.

Geheel anders was echter het resultaat, wanneer (door een Druppelflesch) aan de oplossing in den cylinder evenveel water werd teruggegeven, als door het vlies (*m*) verdampte.

Beide oplossing bleven in dat geval, wanneer zij in den beginne dezelfde geweest waren, even geconcentreerd.

Zelfs na verscheidene dagen, in welken tijd er vele grammen water verdampt waren, kon Schumacher nauwelijks eenig verschil in beide oplossingen aantoonen: „Der durch den permeablen Apparat gehende Verdunstungsstrom des Wassers führt kein Salz mit aus der

Lösung des Cylinders ein, oder der durch die Verdunstung veranlasste Wasserstrom reisst kein Salz mit sich in die Membranröhre fort." ¹⁾

Werd in het collodion zakje, in plaats van alleen dezelfde oplossing als in den cylinder, tevens eiwit gedaan, dan veranderde de zaak daardoor zeer weinig: „So wird auch hier nur eine Wasserströmung aus dem Cylinder durch die permeable Membran der Röhre zu der Membran gehen, die beidenseitigen Lösungen bleiben in Bezug auf kohlensaures Kali nahezu gleich concentrirt."

Bragt Schumacher een eiwitoplossing in het permeable apparaat en in den cylinder een oplossing, die één proc. koolzure kali bevatte, dan vond hij na eenige dagen, wat koolzure kali betreft, in beide apparaten even geconcentreerde oplossingen.

„Ersetzt man," zoo luidt het resultaat van zijn laatste proef, „das fort dunstende Wasser nicht, so diffundirt das Salz ebenfalls in die Röhre, man wird aber finden, dass, wenn man den Versuch unterbricht, ehe alle Lösung aus dem Cylinder in das Verdunstungsgefäss eingetreten ist, die Menge des verdunstenden Wassers und die in den Apparat hineindiffundirte Salzmenge nicht in einem solchen Verhältnisse stehen, wie Wasser und Salz in der äussern Lösung. — Es geht daraus hervor, dass Wasser und Salz nicht in dem Verhältnisse in den Apparat eintreten, in welchem sie sich in der äusseren Lösung befinden, dass also die Lösung nicht *in toto* eintritt; die Ursache des Wassereintrittes in den Apparat ist das Eiweiss und die Verdunstung, die Ursache der Endosmose des Salzes das *Gleichgewichtsstreben* desselben, d. h. das Streben

¹⁾ L. c., S. 63.

nach gleicher Vertheilung über die ganze Flüssigkeitsmasse in Apparat und Cylinder. Bringt man in den Cylinder eine Lösung, die mehrere Salze enthält, so sind die Erscheinungen gerade so, wie sie bei einer Lösung mit einem Salze sich ergeben." ¹⁾

De eerste aflevering van dit werk van Schumacher wordt besloten met een uitvoerige behandeling van de vraag, of de planten de minerale stoffen al dan niet in oplossing opnemen. Het komt mij voor dat het onderzoek der waterplanten, en vooral van Lemna en Hydrocharis, deze vraag voldoende beantwoord heeft. Maar ook de gronden vroeger door Prof. Mulder ²⁾, thans door Schumacher aangevoerd, en de gedurige tegenspraak, waarvan Liebig en zijne aanhangers zich schuldig maken, geven den schrijver genoegzaam regt, om ook ten opzichte van deze kwestie te zeggen: „um sie heute noch aufrecht erhalten zu wollen, muss man die Hartnäckigkeit der Liebig'schen agriculturchemischen Schule besitzen" ³⁾.

Om te kunnen beslissen, welke anorganische stoffen voor de planten essentieel zijn, en welke slechts accideet daarin gevonden worden, zou men twee zaken moeten

¹⁾ L. c., S. 64.

²⁾ Bouwbare aarde, Deel III, bl. 155.

³⁾ Die Ernährung der Pflanzen, S. 122.

weten: 1^o, welke stoffen in de cel waren uitgescheiden, en 2^o, door welke oorzaken dit vastleggen had plaats gegrepen. Zoowel het een als het ander ligt in absoluten zin echter buiten de waarneming.

De stoffen toch, die wij in de asch der planten vinden, zijn (ook afgezien van de verandering, die zij bij de verbranding hebben ondergaan) van tweeledigen oorsprong: voor een deel stammen zij af van de bestanddeelen, die in de cel zijn vastgelegd, voor een ander deel van de zouten, die in de plant aanwezig zijn, alleen ten gevolge van het voorkomen daarvan in het omringende water (ongeassimileerde stoffen zou men ze kunnen noemen), en het is onmogelijk om deze geheel van elkander te scheiden.— In betrekkelijken zin echter kunnen de asch-analyses veel over het al of niet afgescheiden zijn van de anorganische bestanddeelen leeren: de hoeveelheid toch van niet vastgelegde zouten in de plant kan niet zeer groot zijn, omdat het bodem- en rivier-water steeds betrekkelijk weinig vaste deelen bevat ¹⁾. De fout, die men dus maakt als men al de stoffen, die men in de asch vindt (na aftrek van die, welke in het omringende water in groote mate, in de plant slechts in kleine hoeveelheden voorkomen) als vastgelegd beschouwt, kan niet groot wezen; terwijl over het al of niet vastgelegd zijn van die bestanddeelen, welke in ruime hoeveelheid in de asch der plant gevonden worden,

¹⁾ Door uitloogen met koud water van verschillende bodems verkregen Robert en Hoffmann (Die landwirthschaftl. Vers. Station., Dresden, 1859, S. 273) meestal 1—2 p. c. aan anorganische zouten. Door proeven met den Lysimeter verkreeg Fraas (Ergebn. landwirthschaftl. u. agricult.-chem. Versuche, München, 1857, 1e Heft, S. 62) hoogere uitkomsten. — Een juist beeld van de solutie, zoo als zij in den bodem voorkomt, kunnen deze proeven echter niet geven (Mulder, *Bouwv. aarde*).

ook als in de voedende vloeistof slecht zeer weinig daarvan voorkomt, weinig twijfel zal kunnen bestaan.

Wat de oorzaken betreft, waardoor de anorganische stoffen in de cel aan de oplossing onttrokken worden, deze zullen waarschijnlijk vele en velerlei zijn. Op het tegenwoordig standpunt der wetenschap is er met zekerheid weinig van te zeggen. Men weet nog zoo slecht wat er in de levende plant geschiedt, en omtrent de betrekking tusschen de minerale en de organische bestanddeelen der plant is nog zoo weinig kennis verzameld. — Zonder twijfel zal een deel der onverbrandbare deelen zonder physiologische beteekenis voor de plant worden vastgelegd. Komt, om een voorbeeld te noemen, een oplosbaar kalkzout in aanraking met zuringzure potasch, dan moet er onoplosbare oxalzure kalk gevormd worden, welke, hetzij in amorphen, hetzij in kristallijnen toestand afgezet, bij de vastwording der celwand mechanisch zal kunnen worden ingesloten. Ook door de vlakteaantrekking, die alle gevormde deelen der plant in meerdere of mindere mate bezitten, zullen mogelijk eenige moeilijk oplosbare verbindingen aan het celsap onttrokken kunnen worden. — Hoogst waarschijnlijk zal echter de hoofdoorzaak, waardoor de zouten vastgelegd worden, te zoeken zijn in *chemische binding* van de anorganische bestanddeelen door de zich steeds vormende organische groepen. Op zich-zelve kunnen de asch-analyses aan deze meening weinig zekerheid geven, maar in verband met andere onderzoekingen hebben zij groote waarde; zoo is uit de onderzoekingen van Mayer ¹⁾ gebleken, dat er een bepaalde verhouding bestaat tusschen de hoeveelheid Phosphorzuur en eiwit in de zaden der graange-

¹⁾ Annal. der Chem. u. Pharm., Bd. CI, S. 129.

wassen; zoo heeft Prof. Mulder ¹⁾ een verband aangewezen tusschen de wording van eiwit, het intreden in verschillende zaden van sulphas potassae, phosphas calcis, phosphas magnesiae en het aanwezen van de hoeveelheid zwavel in het eiwit en van de hoeveelheid potasch, kalk, magnesia en phosphorus tevens.

Behalve de sulphaten en de phosphaten moeten ook de alkaliën, en met name potasch, een chemische stelling in de plant hebben. Potasch toch komt in alle planten, ook in het geval dat het omringende water er slechts zeer weinig van bevat, in ruime hoeveelheid voor. Aan een onttrokken worden van potasch aan den cel-inhoud door andere dan chemische oorzaken, kan, wegens de gemakkelijke oplosbaarheid van al hare zouten, moeilijk gedacht worden. Vooralsnog kan men echter de rol, die de potasch in het plantenleven speelt, niet nader bepalen.

Liebig beschouwt de alkaliën als de middelijke vormers van cellulose, suiker, gom enz. „So ist klar,” zegt hij ²⁾. „dass in den Culturpflanzen die Alkalien und alkalischen Basen als die Bedingungen angesehen werden müssen zur Entstehung ihrer stikstoff-freien Bestandtheile.”

In de laatste jaren heeft men (uitgaande van de stelling, dat in de levende natuur geen andere krachten heerschen dan die, welke ook in de doode natuur werkzaam zijn) op theoretischen weg het ontstaan der organische verbindingen in het plantenrijk trachten te verklaren. Uit de onderzoekingen van Berthelot is gebleken dat kooloxyde en water onder bepaalde omstandigheden zich tot Mierenzuur ($C_2H_2O_2$) kunnen verbinden, en gemakkelijk kan men

¹⁾ *Bouwbare aarde*, III, bl. 273.

²⁾ *Agricultur Chemie*, 6e Aufl., S. 185.

zich voorstellen dat Oxalzuur ($C_4H_2O_8$) door verbinding van gelijke aequivalenten kooloxyde, koolzuur en water zal ontstaan ($2CO + 2CO_2 + 2H_2O = C_4H_2O_8$).

Het lag alzoo voor de hand om aan te nemen, dat in de planten het koolzuur eerst tot kooloxyde zal gereduceerd worden, en dat dit zich vervolgens, of alleen met water tot *Mierenzuur*, of met water en koolzuur tot *Zuringzuur* zal verbinden; te meer omdat deze beide zuren in het plantenrijk zeer algemeen gevonden zijn.

Volgens de meening van Liebig en anderen ontstaan deze zuren tengevolge van de tegenwoordigheid der alkaliën in de plant. „Daher kommt es denn,” zegt Rochleder ¹⁾, „dass eine Pflanze bestimmte Basen in angemessener Menge im Bodem vorfinden muss, wenn sie sich darauf entwickeln soll.”

Hoewel door de latere onderzoekingen van Berthelot ²⁾ bewezen is, dat vele organische verbindingen door de kunst kunnen daargesteld worden, (waardoor aan de vis vitalis den doodsteek word toegebracht) zijn de bezwaren, die men tegen de theorie van Liebig heeft aangevoerd, nog geen zins weggefallen. — Vooreerst toch bewijst het voorkomen van vrije zuren in verschillende vruchten, bijv. in citroenen, dat organische zuren ook zonder de hulp van alkaliën door de planten kunnen gevormd worden; en vervolgens is het ontstaan van cellulose, amyllum, suiker, enz. uit deze zuren, ook al zijn zij met bazes verbonden ³⁾, nog volstrekt niet bewezen. — Wel kan men

¹⁾ Chemie und Physiologie der Pflanzen, S. 108.

²⁾ Chimie organ. sur la Synthèse, 2 Vol., 1862.

³⁾ Dit aan bazes gebonden zijn, houdt Liebig voor bepaald noodzakelijk: „Nur in den Pflanzen entsteht Zucker, Gummi, Amylon, in

op theoretischen weg, door ontneming van zuurstof, van de formule van Mierenzuur tot die van suiker komen ($6(C_2H_2O_4) - 12O = C_{12}H_{12}O_{12}$), maar men heeft daarom nog geen recht om dit als werkelijk in de plant geschiedende voor te stellen. Even als van de alkaliën, is ook de dienst der overige anorganische stoffen, die in de planten-asch gevonden zijn, nog zeer slecht bekend.

Witting ¹⁾ is begonnen om het verband, dat er naar zijn oordeel tusschen de organische en anorganische bestanddeelen der planten moet bestaan, nader aan te toonen; tot dus verre zijn echter uit zijne onderzoekingen nog geen resultaten voortgevloeid, ^{1°} omdat hij zijn onderzoek te spoedig gestaakt schijnt te hebben, ^{2°} omdat hij de organische bestanddeelen slechts kwalitatief bepaalde, terwijl zulke onderzoekingen, zullen zij eenig resultaat kunnen opleveren, quantitave analyses vereischen.

De Vorst van Salm-Horstmar ²⁾ is een andere rigting ingeslagen; door de planten in kunstmatige bodems te kweken, en ze nu het een dan het andere bestanddeel van die, welke hij in de asch der planten vond als zij in goede bouwaaarde gegroeid waren, te onthouden, tracht hij uit te maken, welke anorg. stoffen voor de goede ontwikkeling van eenige plant *onmisbaar*, en welke als *toevallig aanwezig* moeten beschouwd worden.

De proeven met zulk een doel in het werk gesteld

denen die Säuren sich vereinigt finden mit Basen, in welchen sich lösliche Salze dieser Basen befinden". (Annal. der Chem. u. Pharm., Bd. XLVI, S. 63.

¹⁾ Erdmann, Journ. f. prakt. Chemie, Bd. LXXIII, S. 132.

²⁾ Erdmann, Journ. f. prakt. Chemie, Bd. XLVI, S. 193; LII, S. 1; LIII, LIV, S. 129; LVIII, S. 289; LXI, S. 149; LXIV, S. 1; LXXXIV, S. 140. en Jahresber. von Liebig und Kopp, 1847—1861.

moeten natuurlijk, zullen zij eenige zekerheid geven, zoo dikwijls en onder zooveel verschillende omstandigheden herhaald worden, dat het geen wonder is dat zij tot dusverre nog slechts beperkte resultaten hebben kunnen geven. Als algemeen gevolg blijkt er uit, dat ook die anorganische stoffen, welke gewoonlijk voor accidenteel gehouden worden, niet dan ten nadeele van de plant in den bodem kunnen ontbreken. Hij meent zelfs dat een minime hoeveelheid van stoffen, welke juist om hare geringe quantiteit, vroeger over het hoofd gezien werden, voor sommige functiën der planten een bepaalde behoefte zou zijn. Of dit laatste inderdaad zoo is, zal door verdere onderzoekingen moeten uitgemaakt worden, waarbij de spectraal-analyse goede diensten zal kunnen bewijzen.

A priori zou men meenen, dat zulk eene belangrijke functie, als bijv. de vruchtvorming voor de plant is, niet van een minime hoeveelheid van overigens vreemde zelfstandigheden afhankelijk kan zijn, maar van den anderen kant zijn er feiten bekend, die aan de meening van Salm-Horstmar eenige waarschijnlijkheid bijzetten. Zoo vermeldt Prof. Mulder ¹⁾ o. a. dat de landbouwers in het Departement *Vaucluse* over het afnemen van de kleurstof in de Meekrap klaagden, zoo zelfs, dat deze tot drie vierde van de gewone hoeveelheid afdaalde, wanneer deze plant eenige jaren achter elkander op denzelfden bodem verbouwd werd. Het zaad werd uit Klein-Azië ontboden, en aan de verzorging van den grond werd meer en meer zorg besteed. Aan alkaliën, kalk, zwavelzuur, enz. ontbrak het in den bodem en in den mest, dien men op het land bragt, vol-

¹⁾ *Bouwbare aarde*, D. III, bl. 248. Neues Repert. für die Pharm., 1857, Bd. VI, Heft 10.

strekt niet, zoodat dit verschijnsel waarschijnlijk op rekening van strontiaan, baryt, jodium, fluorium of iets dergelijks moet gesteld worden.

Wanneer men zulke proeven, als die van Salm-Horstmar, alléén met een wetenschappelijk doel in het werk stelt, en men niet tevens op het oog heeft om uit te maken, welke anorganische bestanddeelen een bepaalde cultuurplant voor hare goede ontwikkeling vereischt (om dan, naar de leer van Liebig, volgens dat recept een mineralen kunstmest in de landbouw-apotheek te laten klaar maken), dan geloof ik, dat het wenschelijk mag geacht worden om deze proeven met waterplanten, in plaats van met landplanten, voort te zetten. Vooreerst toch kan men bij waterplanten, behalve de ontwikkeling der bladeren en stengels, ook den groei van den wortel nagaan, wat in de meeste gevallen van zeer groot belang is, 2^o heeft men het groote voordeel, dat men het plantenleven onder minder afwijkende omstandigheden bestudeert: Een waterplant in een door de kunst zamengesteld water gekweekt, zal veel minder in abnormalen toestand verkeerén, dan een landplant in de gebruikelijke kunstmatige bodems; sijn geknipt paardehaar, suiker-kool en dergelijke stoffen mogen toch, wat physische geaardheid, enz. betreft, niet op een lijn geplaatst worden met goede bouwvaarde ¹⁾).

Vervolgens kan men beter nagaan welke stoffen aan de plant ter opneming worden aangeboden; het is toch niet

¹⁾ Dat men hiervoor geen kwartzand kan gebruiken, ook niet als het herhaalde malen gegloeid en met zoutzuur behandeld is, hebben de proeven van Wiegmann en Polstorff geleerd. (Gekrönte Preisschrift. Braunschweig. 1842.)

genoeg te weten, welke bestanddeelen in den bodem voorkomen, men moet weten welke daarin in oplossing bestaan, wat door een analyse van den bodem slechts zeer gebrek-
kig geleerd wordt ¹⁾).

In het vorige jaar verschenen in hetzelfde nummer van de *Landwirthschaftliche Versuchstationen* ²⁾ twee verhandel-
ingen over de vraag: of landplanten de geheele reeks harer
levensprocessen op normale wijze in enkel water konden
volbrengen. Het is opmerkelijk, dat Dr. Jul. Sachs en
Dr. W. Knop, geheel onafhankelijk van elkander, dezelfde
methode (bijna tot in alle bijzonderheden) gevolgd heb-
ben, en niettegenstaande tot tegenovergestelde resultaten
gekomen zijn.

Sachs schrijft ³⁾: „Wenn Duhamel's ⁴⁾ achtjährige Eiche
in Bezug auf Holzpflanzen hierüber (de beantwoording der
vraag in bevestigenden zin) keinen Zweifel lässt, so wird
dasselbe nicht weniger durch zwei in Tharandter Labora-
torio 1859 erzogene Maizpflanzen für einjährige Pflanzen
bewiesen; die eine dieser letzteren erreichte eine Höhe von
mehr als fünf Fuss, mit proportionaler Stärke aller Organe,
blühte männlich und weiblich, und zeigte eine Vermeh-
rung der Trockensubstanz um mehr als das *Hundertfache*;
eine andere ähnliche Maizpflanze brachte vier gesunde,
reife Körner, deren Gewicht allein *doppelt* so viel betrug,
als das des ursprünglichen Samens, und welche noch im

¹⁾ Zie over de waarde van bodem-analyses: *Bouwbare aarde*, D. IV,
bl. 389.

²⁾ 4e Heft, zie ook: *Botanische Zeitung*, 1860, N°. 13.

³⁾ L. c. S. 31.

⁴⁾ Duhamel du Monceau, *Naturgeschichte der Bäume*, übersetzt
von Oelhafen v. Schöllenbach. Nürnberg, 1764, S. 160.

Herbst sterke Keimpflanzen leverten, die evenfalls ohne Erde keimten und im Wasser bis zum vierten Blatte wuchsen, wo sie dann durch einen Zufall zu Grunde gingen”.

Terwijl Knop ¹⁾ tot het volgende resultaat kwam: „Als Ergebniss aller dieser Versuche, habe ich angegeben, dass es gelang Bohnen bis zur Entwicklung reifer keimungsfähiger Samen zu bringen, wobei aber nur ganz unwesentliche Mengen organischer Substanz erzeugt wurden, insofern die Pflanze sammt dem von ihr erzeugten neuen Samen *nicht mehr*, oder nicht viel mehr wog als der *Same*, aus dem diese Gebilde hervorgegangen waren, vorher gewogen hatte. Die geringen Zunahmen, welche dabei in vereinzeltten Fällen statt hatten, sind allein aus dem Umstande zu erklären, dass hier *zufällig* der Verbrauch der in den Cotyledonen vorhandenen Stoffe sehr langsam vor sich ging, u. s. w.”

„Diese ²⁾ Beweggründe sind es nun, die mich veranlasst haben, in einer gegen Dr. Sachs persönlich gerichteten Erklärung die Behauptung auszusprechen, dass er seine These überhaupt nicht begründet habe.”

Knop doet zich kennen als een warm voorstander van de stelling van v. Liebig ³⁾: „die Pflanze entlehne ihre Nahrung nicht den im Bodem vorhandenen Lösungen,” en gaat zelfs zoover, dat hij het bestaan van de Maïsplanten van Sachs ontkent. Uit een tegenschrift van Dr. Sachs ⁴⁾, en ook uit het naschrift van A. Stoek-

¹⁾ Erdmann, Journ. f. prakt. Chemie, Bd. LXXXI, S. 335.

²⁾ L. c. S. 344.

³⁾ Ann. der Chem. u. Pharm. 1858. I. S. 109. De weerlegging hiervan: Mulder, *Bouwbare aarde*, III, bl. 155, en elders.

⁴⁾ Erdmann, Journ. f. prakt. Chem.. Bd. LXXXII, S. 373.

hardt ¹⁾, schijnt echter te blijken, dat de bodem voor de goede ontwikkeling van landplanten geen conditio sine qua non is, en dat de Maisplanten in kwestie zich op het oogenblik nog in het Laboratorium te Tharand bevinden. „Ich bekenne, zegt Stöckhardt ²⁾, nach den Beobachtungen, die ich mittelst derselben (Forschungsmethode) bis jetzt gemacht, dass ich sehr viel von ihr erwarte, und sie für berufen erachte, uns über die Keimung, über die Wurzel Ausbildung und Ausbreitung, die Wurzel Ausscheidungen, die Aufnahme der Pflanzennährmittel, die spezifische Wirkung der einzelnen Nährmittel, und vieles Andere in kurzer Zeit ganz bestimmte Aufschlüsse zu verschaffen,” u. s. w. — Ik voor mij zie echter geen enkele reden, waarom men voor deze onderzoekingen aan de landplanten de voorkeur zou geven boven de waterplanten. Ook al is de bodem geen bepaalde noodzakelijkheid voor de goede ontwikkeling van landplanten, dan zullen deze toch, wanneer zij in water gekweekt worden, in een meer of min abnormalen toestand verkeeren. Sachs geeft dit toe, als hij zegt: „Dass man im Wasser Riesenpflanzen erziehen könne, war natürlich nicht meine Ansicht” ³⁾.

¹⁾ L. c. S. 380.

²⁾ Erste Heft des *Chemischen Ackermannes*, 1859, en 1861.

³⁾ Erdmann, Journ. f. prakt. Chem., Bd. LXXXII, S. 377.



V.

Waterplanten voor bemesting en veenvorming.

Het dierlijk organisme is, voor zoover wij weten, niet in staat, om uit enkel anorganische bestanddeelen (koolzuur, ammoniak, water, enz.) eenige organische groep op te bouwen. De stoffen, welke tot voedsel van het dier geschikt zijn, moeten reeds een zekeren graad van organische zamengesteldheid bezitten.

Het bestaan van het dierenrijk is om die reden afhankelijk van een andere klasse van georganiseerde wezens, die het vermogen hebben om, zooals Moleschott ¹⁾ het uitdrukt, „Luft und Erde zu organisiren.”

Voor al in den tegenwoordigen tijd, nu er zooveel over overbevolking gehandeld wordt, moet dus de blik in de eerste plaats op het plantenrijk gericht worden, daar dit de eenige wezelijke bron van voedsel is.

Elke verbetering en uitbreiding van den landbouw zal ten gevolge hebben, dat er meer dieren, meer menschen, op aarde kunnen leven.

¹⁾ *Kreislauf des Lebens*. 4e Aufl. S. 106.

Nu is het algemeen bekend, dat ook in ons vaderland nog uitgestrekte heidevelden gevonden worden, welke slechts weinig, of in 't geheel geen vrucht voor den mensch aanbrengen, en dat dikwijls alléén gebrek aan mest de oorzaak is, dat die woeste streken niet in vruchtbare akkers herschapen worden.

Men moet het betreuren, dat ook nog tegenwoordig vele stoffen, die voor den landbouw zeer nuttig konden zijn, verloren gaan en, in plaats van heil aan te brengen, de wateren der steden bederven en de lucht verpesten; het is te hopen, dat de verbeteringen, die in de laatste jaren hier en daar in dit opzicht tot stand zijn gebragt, algemeen nagevolgd zullen worden en krachtig voortgezet.

In vele streken van Nederland is een goede bemesting een *conditio sine qua non*, voor een rijken oogst, maar ook juist op die plaatsen is gebrek aan mest de oorzaak, dat de velden veel minder productief zijn, dan zij konden wezen.

Meer mest zou daar voor den landbouw dezelfde vruchten dragen als groote kapitalen voor den handel.

Geen wonder derhalve, dat het groote aantal van minerale kunst-mestsoorten, hetwelk in den laatsten tijd als surrogaat voor dierlijke excrementen is aanbevolen, gretig werd ontvangen. Ongelukkig echter, dat in de praktijk vele daarvan niet aan de verwachting, die men er van koesterde, beantwoordden, omdat zij, die deze minerale kunst-mest hebben aanbevolen, zich te veel op een eenzijdig standpunt geplaatst hadden, en van de meening uitgingen, dat het voldoende was als men den planten een zekere hoeveelheid anorganische stoffen (zooals men die in de asch gevonden had) verschaft¹⁾; terwijl zij over het hoofd

¹⁾ Zie hierover bl. 8.

zagen, dat de bodem ook een gedeelte van het organische voedsel aan de planten moet leveren, en dat de physische gesteldheid van den bodem, en het optreden van stoffen in statu nascenti, voor de goede ontwikkeling der planten van het hoogste belang is.

Wanneer ik het waag op nieuw de aandacht te vestigen op de waterplanten voor bemesting, dan heb ik daarmede geen nieuwe kunstmest op het oog, maar dan wil ik alleen wijzen op stoffen, die, zooals zooveel andere, omdat zij weinig belangrijk worden geacht, niet genoeg op prijs worden gesteld ¹⁾).

Ik geloof, dat vooral voor een land als het onze, dat zoo bijzonder rijk aan plassen en slooten is, en waar in vele streken de dierlijke excrementen voor de behoefte niet toereikende zijn, de waterplanten als meststof goede diensten zouden kunnen bewijzen, wanneer zij meer algemeen aangekweekt en ingezameld werden; en ik meen dat het rationeel is, om de nuttige stoffen, die door het meteorwater aan de akkers ontnomen worden, door het kweken van waterplanten weder vast te leggen en alzoo aan de bouw waarde terug te geven.

Over het nut, dat de waterplanten als meststof zullen aanbrengen, behoef ik niet veel te zeggen, omdat dit overeenkomt met dat van alle andere planten en plantendeelen, die gewoonlijk in den bodem gebragt worden: de ontleding, die zij in den grond ondergaan, ondersteunt de scheikundige beweging van den bodem, de organische

¹⁾ Een landbouwer, wien ik vroeg, of hij de *Elodea Canadensis* niet voor bemesting gebruikte, antwoordde mij ontkennend, en gaf als reden daarvoor op, dat die planten niets waard waren, aangezien zij weder geheel in water verteerden.

stoffen worden omgezet in koolzuur, ammoniak en organische zuren, de anorganische bestanddeelen komen vrij en zullen, of als zoodanig door de volgende planten opgenomen kunnen worden, of zij zullen daaraan gesubstitueerde deelen aanbieden.

Wegens de betrekkelijk geringe hoeveelheid stikstofhoudende stoffen, die de waterplanten bevatten, zullen zij minder nut aanbrengen, dan goede stalmest, en deze om die reden nooit zonder nadeel kunnen vervangen; maar toch zijn zij ook in dit opzicht niet zonder waarde.

Hervé Mangon, die eenige waterplanten onderzocht, kwam tot de volgende uitkomsten ¹⁾: waterplanten in de zon gedroogd bevatten 3 tot 12 procent water, en na aftrek daarvan:

BESTANDDEELLEN.	Potamogeton pectinatum. (de la Bonde, Eure.)	Zelfde plant. (de Landes, Gironde.)	Lemna minor (de l'Eure.)
Stikstofvrije organische stof . .	61.8	69.5	61.1
Stikstof.	2.5	1.9	3.6
Kieselzuur.	6.0	14.1	6.7
Kalk.	12.1	0.8 ²⁾	8.2
Phosphorzuur.	1.0	—	1.1
Andere minerale bestanddeelen .	16.6	13.7	19.3

Om eenig voorbeeld hier tegenover te stellen, geef ik de uitkomst van een onderzoek der sekreetmest te Lon-

¹⁾ Instit. 1862, p. 207. *Jahresberichte*, van Kopp u. Will. 1862. S. 735.

²⁾ Kalk en Kieselzuur hebben hier elkander gesubstitueerd.

den ¹⁾: in 100 d. gedroogde excrementen vond men 30 d. organische en 70 d. anorganische stoffen; de voornaamste bestanddeelen waren :

Stikstof . . 6,5 %.

Phosphorzuur 1,7 %.

Potasch . . 0,97%.

Het stikstof-gehalte van de verschillende soorten Guano, die in den handel voorkomen, bedraagt 5 tot 14 procent.

Potamogeton bevat dus iets minder, Lemna iets meer dan de helft van de hoeveelheid stikstof, die in de excrementen van den mensch, zooals zij op het land gebragt worden, gevonden is; beide bevatten veel minder stikstof dan goede Guano, maar het stikstof-gehalte van Lemna en slechte Guano (die tegenwoordig maar al te veel in den handel komt) verschilt niet meer dan 1.4 procent.

In het Noorden van Duitschland pleegt men verschillende soorten van Chara, die in de vele meeren daar, in belangrijke hoeveelheden gevonden worden, onder den naam van Post op het land te brengen. Waaraan de vruchtbaar-makende kracht van die planten, welke volgens Schulz-Fleeth niet te ontkennen valt, moet toegeschreven worden, is echter niet uitgemaakt; de organische bestanddeelen kunnen hieraan geen groot deel hebben, aangezien deze, vóór dat de planten ondergeploegd worden, reeds bijna volkomen ontleed zijn ²⁾; de anorganische bestand-

¹⁾ *Jahresber.* von R. Hoffmann. 1858—1859. S. 182 en *Bouwbare aarde*. D. IV. bl. 158.

²⁾ Wegens de eigenschap van de Chara's, om, wanneer zij versch ondergeploegd worden, tot kluiten zamen te ballen, die na vele jaren nog niet geheel vergaan zijn, laat men de planten 's winters uitgespreid over den akker liggen.

deelen van de Post (zie Tabel I, N°. 1 en 2) bestaan voor ruim 97% uit koolzuren kalk, welk bestanddeel in de streken, waar men de Chara's voor bemesting gebruikt, in den bodem volstrekt niet ontbreekt. Mogelijk moet hier alleen aan verbetering in physische gesteldheid van den akker, of aan sporen van Lithia, Strontiaan, of iets dergelijks gedacht worden.

Wanneer de vraag werd gedaan, welke waterplanten voor bemesting in het bijzonder zouden moeten aangekweekt worden, dan zou het, om die vraag te beantwoorden, niet voldoende zijn om aschbepalingen en aschanalyses van de verschillende waterplanten te maken, maar dan zou men tevens op vele zaken van praktischen aard moeten letten; zoo zou bijv. de *Elodea Canadensis*, wat hare anorganische bestanddeelen betreft, bij de andere waterplanten volstrekt niet behoeven achter te staan, terwijl zij door hare snelle ontwikkeling, enz. verre de voorkeur zou verdienen, en toeh zou het niet gewenscht zijn, dat deze plant meer algemeen werd aangekweekt; de groote nadeelen, die zij aan de kanalen, welke voor scheepvaart bestemd zijn, versoorzaakt, en hare moeilijke, zoo niet onmogelijke uitroeijing op die plaatsen, waar men haar niet begeert, maken dat zij veel eer als een groote vijandin beschouwd moet worden¹⁾.

Op vele plaatsen zullen echter de kosten van transport, of andere oorzaken, het aanwenden met voordeel van waterplanten voor bemesting in den weg staan, en het is daarom, dat ik aan een andere, niet minder gewichtige dienst,

¹⁾ Ook in sommige streken van Deutschland komt tegenwoordig de *Elodea Canadensis* voor. Zie over het nadeel, dat zij ook daar versoorzaakt: *Botan. Zeitung*. 1862 en 1863.

die men van de waterplanten kan maken, wil herinneren.

Door de waarnemingen van van Marum over den oorsprong van het veen ¹⁾ is voldoende bewezen, dat het veen ontstaat door planten, die, door bijzondere omstandigheden, voor volkomene ontleding bewaard worden ²⁾.

Van Marum zag veen ontstaan in een goudvischkom, welke hij in 1784 in zijn tuin had laten graven. Reeds na twee jaar bemerkte hij, dat deze kom aanmerkelijk in diepte verloren had, zonder dat hij hiervoor eenige reden kon vinden, en stond in 1789, toen hij, wegens bijzondere omstandigheden, genoodzaakt was de kom te laten leeg pompen, niet weinig verbaasd op den bodem een laag veen van 4 voet dikte te vinden. „Dit veen, gedroogd zijnde, brandde en gaf kolen als turf van middelbare zwaarte” ³⁾.

Staring heeft het ontstaan van het veen in ons vaderland met veel zorg nagegaan, en, vooral te Giethoorn, de z. g. *Drijfstillen* goed kunnen bestuderen. Hij maakt een scherpe grens tusschen *hoog* en *laag* veen, en het is aan geen redelijken twijfel onderhevig, dat vele onzer lage veenen ontstaan zijn, zooals zij nog heden ten dage gevormd worden, door *Water- en Moerasplanten* ⁴⁾.

¹⁾ Natuurk. Verh. van de *Bataafsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem*. I. 1. bl. 115.

²⁾ Voigt en Degner meenden dat het veen dooreen bijzondere plant ontstaan was. (Bergsma. *Responsio ad Quaest. de princip. chem. Cespitis Bituminosi*. Ann. acad. Gron. 1819. bl. 5.)

³⁾ I. c. bl. 228.

⁴⁾ Sommigen, o. a. Prof. Harting, zijn van meening dat eenige onzer lage veenen vroeger hoog veen geweest zijn, en gronden deze meening op de aanmerkelijke dikte, die de veenlaag hier en daar heeft, en het voorkomen van boomstammen, waarvan eenige nog regtopstaande gevonden zijn.

De eerste vereischten voor veenvorming zijn: 1° dat het water niet al te diep is, 2° dat het water niet te veel bewogen wordt. In snel vlietende stroomen en in wateren, die door den wind of door de scheepvaart veel bewogen worden, ontstaat evenmin veen, als in diepe kolken.

Is het water zeer ondiep, dan groeijen er alleen moerasplanten, waardoor geen goed veen ontstaat; bij eenige meerdere diepte ontwikkelen zich echter ook ware waterplanten; in den beginne vooral *Nymphaea alba*, *N. lutea* ¹⁾ en *Stratiotes aloides*. Door dat deze in den herfst afsterven en naar den bodem zakken, wordt de laag modder van jaar tot jaar dikker, ten gevolge waarvan ook moerasplanten, als: *Phragmites*, *Typha*, *Acorus*, *Sparganium*, *Caltha*, *Cardamine*, enz. zich ontwikkelen. Na 20—30 jaar, voor een plas van een paar el diepte, is de modderlaag zoo zeer met wortels van water- en moerasplanten doorgroeid, dat zij een koek vormt, die, omdat hij ligter is dan water, aan de oppervlakte komt drijven. Zoodra hij daar verschenen is maken zich *Menyanthes trifoliata*, vele soorten van *Carex*, enz. terstond van dezen, voor haar zoo vruchtbaren, bodem meester en veranderen den koek weldra in een drijvende zode ²⁾. Door het gebruik, dat men op vele plaatsen van deze z. g. *Drijftillen* maakt, (voor hooiland, of om er het vee op te weiden) nemen zij slechts zeer langzaam

¹⁾ *Nymphaea* groeit nog in wateren, die eenigzins bewogen worden; men vindt *Nymphaea* veelal in het midden, *Stratiotes* aan den kant van zulke wateren.

²⁾ In Zuid-Holland noemt men deze drijvende zoden *Rietzodde*, in Overijssel *Kraggen*, in Vriesland *Drijftillen* of *Tilland*. Drijftillen vindt men in alle oorden der wereld. Zie: Staring, *Verhandel. der commissie voor de Geol. Kaart van Nederland*. bl. 65.

in dichte toe; maar liet men ze, zooals vroeger, toen ons land nog onbewoond was, aan haar zelf over, dan zouden zij, als het water niet al te diep is, weldra den bodem bereiken, daar vastgroeijen, en alzoo een waterplas in vastland veranderd hebben.

Van Marum meende uit zijne waarnemingen nog een ander besluit te mogen trekken, n. l. „dat de oorzaak der veenvorming uit waterplanten in de daarmee vermengde Flap (*Conferva rivularis*) moet gezocht worden: vermits, toen de Flap ontbrak, uit de andere waterplanten geen veen ontstaan is” ¹⁾. — „De oorzaak der verhinderings van den aangroei van het veen in groote plassen, gelijk die van onze veenen, die door den wind te veel beroerd worden, ziet men nu, volgens mijne waarnemingen, alleen daar in gelegen te zijn, dat er de Flap in ontbreekt”; ²⁾ latere waarnemingen hebben echter deze meening weerlegd en aangetoond, dat, ook zonder de aanwezigheid van *Conferva rivularis*, veen kan ontstaan.

Ik meen evenwel met van Marum, dat men, wanneer men veen wenscht te verkrijgen, bijzonder moet letten op de soorten van waterplanten, die men zal aan kweeken; de planten toch van een zeer teder maaksel, zooals *Myriophyllum spicatum*, waarmede van Marum zijne proeven nam, zullen aan de volkomene ontleding veel minder weerstand bieden, dan andere planten van krachtiger bouw, en met meer ontwikkelde epidermis ³⁾.

Om verschillende reden geloof ik, dat de *Elodea Cana-*

¹⁾ l. c. bl. 125.

²⁾ l. c. bl. 127.

³⁾ Dat de Flap niet ligt verrot, had Meese reeds waargenomen (l. c. bl. 126. noot).

densis zich, voor het veranderen van waterplassen in land, bijzonder aanbeveelt; vooreerst toch wordt deze plant ook gevonden in wateren, die zoowel door stroom, als door wind en scheepvaart sterk bewogen worden, vervolgens ontwikkelt zij zich bijna ongelooflijk snel, terwijl zij tevens zoo dicht op elkander groeit, dat zij, op vele plaatsen, zelfs aan de visschen het onmogelijk maakt zich te bewegen, en eindelijk is haar anatomische bouw van dien aard, dat zij zeer lang aan uitwendige invloeden weerstand kan bieden.

Aan de praktijk zal men de beslissing moeten over laten — een proef te nemen met *Elodea*, zou, naar mijn bescheiden oordeel, zeer gewenscht zijn.



T H E S E S.

I.

Ik stem niet in met Liebig, als hij zegt: „Das Gelingen eines Versuches, einer Operation hängt weit weniger von der mechanischen Geschicklichkeit, als von Kenntnissen ab.“
(*Chem. Briefe*. Bd. I, S. 16.)

II.

Schumacher weerspreekt zichzelf, als hij zegt: „Das Eintreten anorganischer Stoffe in die Zelle ist nicht als eine Ernährungserscheinung zu betrachten, da zur Ernährung der Zelle nur organische Stoffe dienen können.“
(*Die Ernährung der Pflanze*. S. 6.)

III.

Uit zijne proef (L. c S. 138) heeft Schumacher geen regt te besluiten, dat het water bij aanhoudende droogte niet capillair, uit de onderste lagen van den bodem naar de bovenste opstijgt; — het tegendeel is waar.

IV.

Evenmin bewijzen zijne proeven met vliezen van Nitro-cellulose (L. c. S. 47), dat organische zuren niet in de planten-cel kunnen dringen.

V.

Het vermogen, dat een goede bouwaarde bezit, om zouten terug te houden, mag niet alléén aan physische oorzaken worden toegeschreven.

VI.

Men moet het afkeuren, dat minerale wateren, als deze voor geneeskundig gebruik zullen dienen, door de kunst worden nagemaakt.

VII.

De Chloor-, Broom- en Jood-verbindingen moeten op een lijn gesteld worden met de Oxyden en Zwavelverbindingen.

VIII.

Bij het onderzoek van organische verbindingen is het wenschelijk, dat minder krachtige agentia worden aangewend, en dat hiervoor de factor tijd in plaats worde gesteld.

IX.

Men mag niet spreken van onoplosbaarheid van eenige stof; alléén van meerdere of mindere oplosbaarheid.

X.

De gist-cellen zijn secundair.

XI.

Het is zeer wenschelijk dat er, van regerings wege, *Geregtelijke-Scheikundigen* worden aangesteld.

XII.

De grondproef van Volta bewijst niet, dat alléén door contact van heterogene metalen Electriciteit ontstaat.

XIII.

De bijzondere eigenschappen, die de stoffen in *statu nascenti* vertoonen, moeten grootendeels aan een electrischen toestand worden toegeschreven.

XIV.

De *Grotthus-Hittorf'sche* theorie verklaart de verschijnselen der Electrolyse beter, dan een der andere bestaande theoriën.

XV.

Als Voltameter is de Zilver-voltameter te verkiezen, maar ook deze levert in de praktijk groote bezwaren op.

XVI.

De nevels, die men bij langzame verbranding van Phos-

phorus, bij aanwezigheid van water, waarneemt, bestaan grootendeels uit Antozon.

XVII.

De aardkern verkeert nog in een vloeibaren toestand.

XVIII.

Dolomiet is ontstaan uit koolzuren kalk

XIX.

Een scherpe yerdeeling van de georganiseerde wezens, in planten en dieren, ligt niet in de natuur

XX.

Op het tegenwoordige standpunt der wetenschap, is de hypothese van Darwin, over het ontstaan der diersoorten, de eenige aannemelijke.

XXI.

Omne vivum e vivo.

XXII.

De honigdaauw ontstaat uitsluitend door Bladluizen.

XXIII.

De mikroskoop geeft het beste middel aan de hand om linnen van katoen te onderkennen.

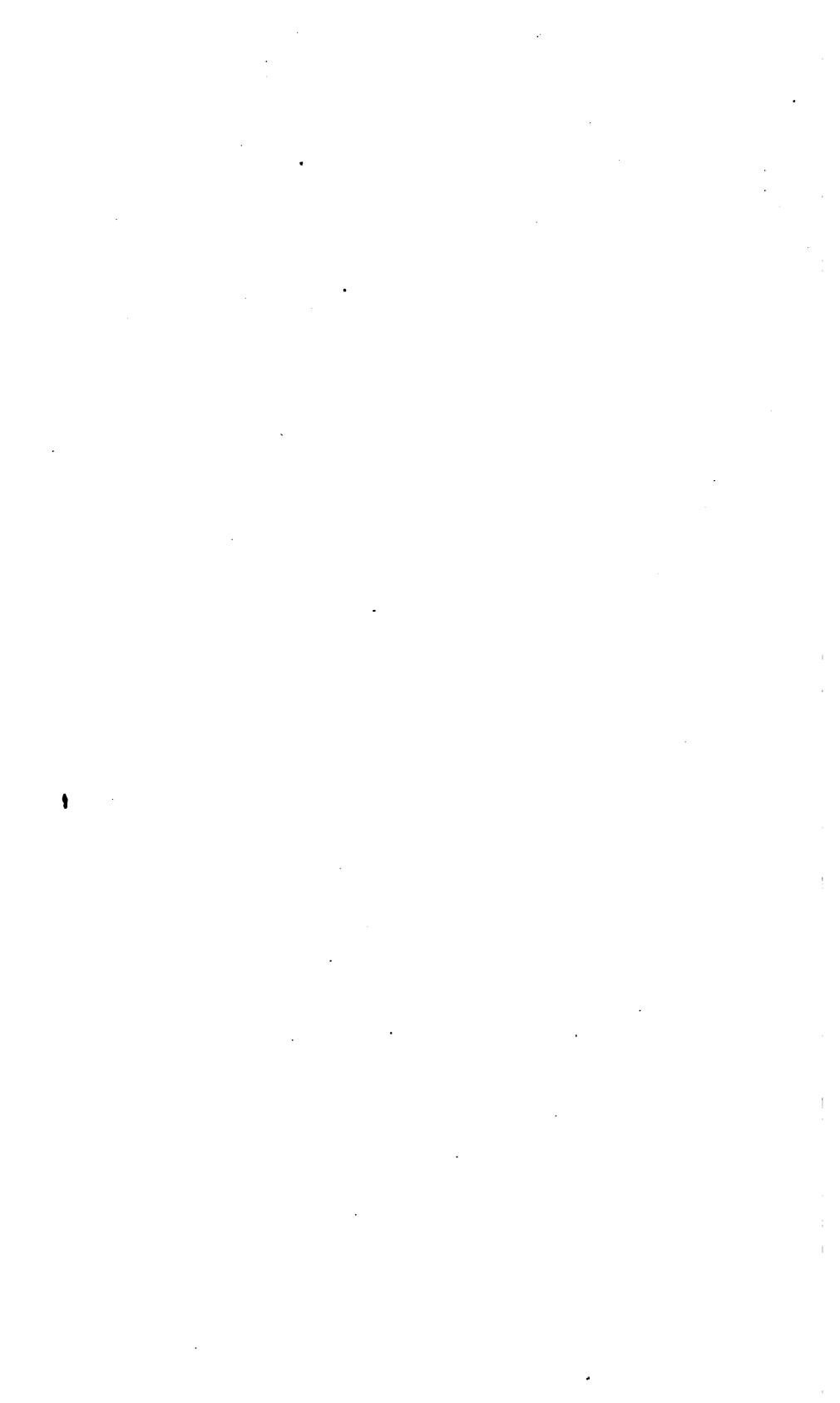
XXIV.

De zwavelreuk, die men waarneemt, waar de bliksem is ingeslagen, wordt door Ozon veroorzaakt; terwijl de nevels (die men tevens heeft opgemerkt) door Antozon ontstaan.

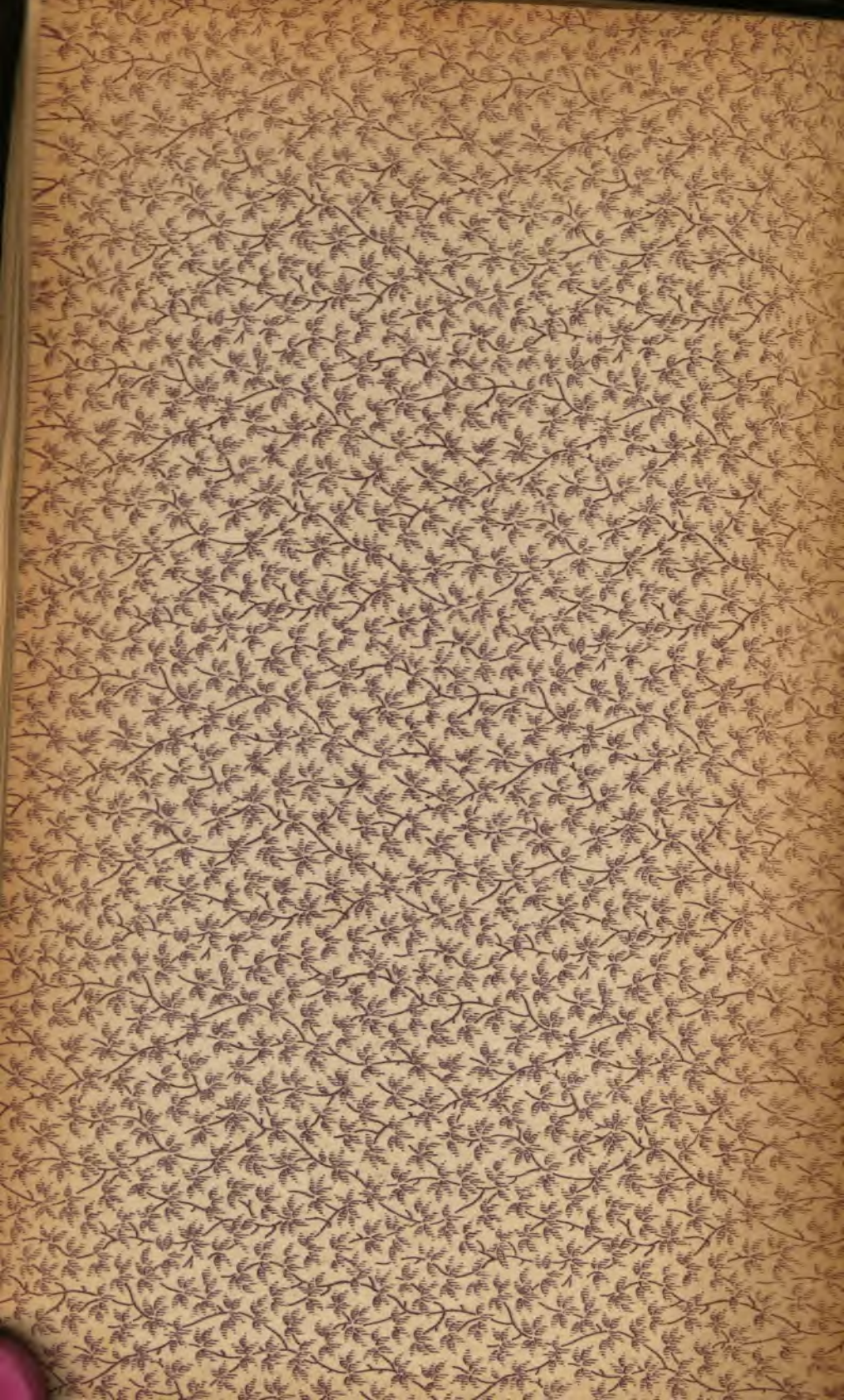
XXV.

Nihil est in intellectu, quod non prius fuerit in sensu.









U.C. BERKELEY LIBRARIES



C026090259

